Ex-ZEITSCHRIFT **2014**

EXPLOSIONSSCHUTZ VON EXPERTEN FÜR EXPERTEN

40 JAHRE

STAHL

SICHERHEITSTECHNIK

Explosionsschutz von R. STAHL

Sicherheit ist unser Geschäft

R. STAHL ist der weltweit führende Lieferant für kundenspezifische elektrische Systemlösungen im Explosionsschutz. Grundlegend für diesen Erfolg sind neben einem umfangreichen Spektrum an innovativen Produkten die Kompetenz, verschiedene Technologien zu Systemen zu integrieren. Die Kunden profitieren dabei vom breiten Know-how des Unternehmens in der Automatisierungstechnik sowie den fundierten Kenntnissen im Bereich Schaltgeräte und Leuchten für explosionsgefährdete Umgebungen.

STAHL

R. STAHL | WALDENBURG, DEUTSCHLAND | TEL. +49 7942 943-0 | INFO@STAHL.DE | WWW.STAHL.DE

EDITORIAL
2014

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

unsere Ex-Zeitschrift wird 40! Ein Jubiläum, das wir mit der vorliegenden Ausgabe des Magazins auf angemessene Weise begehen wollen. Unser Artikel über die Entwicklung des Explosionsschutzes soll verdeutlichen, wie umfassend und beachtlich der technische und regulatorische Wandel in den vergangenen vier Jahrzehnten war. Begonnen wurde mit separaten kleinstaatlichen Lösungen. Jedes Land hatte eigene Regeln und verlangte eigene Prüfungen und Zertifikate, für international agierende Hersteller und Betreiber ein einziger bürokratischer Alptraum! Heute haben wir innerhalb der EU vollständig harmonisierte Regeln für das Inverkehrbringen explosionsgeschützter Betriebsmittel. Die Normung des Explosionsschutzes findet bei IEC für den gesamten Weltmarkt gleichzeitig statt. Die meisten Länder übernehmen diese Normen völlig unkompliziert direkt in das nationale technische Regelwerk. IECEx Zertifikate und Prüfberichte werden in mittlerweile 33 Ländern der Welt mehr oder weniger direkt in nationale Zertifikate umgewandelt. Zum erstem Mal überhaupt liegt mit dem IECEx System ein Zertifizierungsschema vor, das nicht nur neue Produkte, sondern den gesamten Lebenszyklus und das Umfeld abdeckt.
In Anbetracht der zahlreichen Unfälle in Ex-Bereichen, die auf mangelnde Kompetenz und fehlerhafte Planung, Installation und Wartung zurückzuführen sind, ein längst überfälliges Angebot!

In der Welt der Technik nimmt der Explosionsschutz nur eine relativ kleine Exotenrolle ein. Betrachtet man allerdings die potenziellen Gefahren für die Gesundheit und das Leben Tausender in Prozessanlagen beschäftigter Menschen und der Anwohner, erkennt man leicht die Bedeutung eines regelmäßigen Wissensaustauschs zwischen Fachexperten und Anwendern explosionsgeschützter Sicherheitstechnik. Dieser Aufgabe hat sich unsere Ex-Zeitschrift seit 40 Jahren verschrieben, und wir von der Redaktion werden unser Bestes geben, damit sich diese Erfolgsgeschichte noch für viele Jahre fortsetzt.
Aufmerksame Leser werden bemerkt haben, dass wir unser Motto auf dem Titelblatt geändert haben.
Es lautet jetzt: „Von Experten für Experten". Damit tragen wir der Tatsache Rechnung, dass sich unser Leserkreis über die Jahre deutlich vergrößert hat.
Schließlich seien noch ein paar Worte des Dankes gestattet: Danken möchten wir den fleißigen Mitarbeitern unserer Redaktion. Natürlich hat sich deren Besetzung im Verlauf der vier Jahrzehnte stetig verändert. Gleich geblieben sind aber der Enthusiasmus, das Improvisationstalent und das Durchhaltevermögen unserer Redaktionsmitglieder. Danken möchten wir auch den Hunderten von Autoren, die mit ihren Beiträgen die Ausgaben kompetent füllten und immer wieder das Interesse unserer Leser weckten. Der abschließende Dank geht an Sie, liebe Leser, unsere Kunden, die uns seit vielen Jahren die Treue halten und uns regelmäßig zur Fortsetzung unserer Arbeit motivieren. In diesem Sinne freuen wir uns auf die kommenden vierzig Jahre!

Redaktion der Ex-Zeitschrift

INHALT

SEITE 26
Modernisierung einer Voll-Ex-Aufzugsanlage in einer Raffinerie

SEITE 34
Ganzheitliche Prüfung von Ex-Anlagen

SEITE 52
Die „neue" ATEX-Richtlinie 2014/34/EG

06__Ex-Nachrichten
Informationen rund um den Explosionsschutz
Prof. Dr.-Ing. Thorsten Arnhold [Bereichsleiter Technologie, R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg]

12__40 Jahre Explosionsschutz im Spiegel der Ex-Zeitschrift
Dr.-Ing. Wolf Dill [Dill ATEX Consulting, Selm-Cappenberg],
Dr. rer. nat. Helmut Schacke [DHS Unternehmensberatung, Anlagensicherheit und Explosionsschutz, Odenthal],
Dr.-Ing. Peter Völker [Referent, Berater und Aufsichtsrat/Beirat, Öhringen]

26__Modernisierung einer Voll-Ex Aufzugsanlage in einer Raffinerie
Reinhard Staufner [Konstruktion Elektrotechnik, ThyssenKrupp Aufzugswerke, Neuhausen auf den Fildern]
Tobias Popp [Leiter Applikationslösungen, R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg]

29__Die zweite regionale IECEx-Konferenz 2014 in Kuala Lumpur/Malaysia
Prof. Dr.-Ing. Thorsten Arnhold [Bereichsleiter Technologie, R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg]

34__Ganzheitliche Prüfung von Ex-Anlagen
Praktische Umsetzung der TRBS 1201-1
Dr. Michael Dzieia [Leiter Electrical Safety, Merck KGaA, Darmstadt]
Engelbert Gröger [Technischer Leiter Explosionsschutz, Merck KGaA, Darmstadt]
Martin Zimmermann [Site Operations | Technical Plant Safety, Merck KGaA, Darmstadt]

40__Funktionale Sicherheit von elektrischen Anlagen in industriellen Betriebsstätten
Otto Walch, Head of International Certification / Test Laboratory [R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg]

46__„Power-i" = Eigensicherheit 2.0?
Dipl.-Ing. André Fritsch [Produktmanager Automation, R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg]
Manfred Kaiser [Leiter Zertifizierung Produkte Automatisierung, R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg]

52__Die „neue" ATEX-Richtlinie 2014/34/EG
Dr.-Ing. Frank Lienesch [Arbeitsgruppe 3.52 „Explosionsgeschützte elektrische Antriebssysteme", Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig]

54__Zusammenspiel Maschinen-Richtlinie und ATEX-Richtlinie
Ursula Aich [Leiterin Dezernat 45.1, Abt. Arbeitsschutz und Umwelt, Regierungspräsidium Darmstadt]
Dr.-Ing. Frank Lienesch [Arbeitsgruppe 3.52 „Explosionsgeschützte elektrische Antriebssysteme", Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig]

61__Normenentwicklung und IEC-Normen in Nordamerika
Commander James Rocco [Chief, Offshore National Center of Expertise, United States Coast Guard]
Brad J. Zimmermann [Leiter Entwicklung und Zertifizierung, R. STAHL INC., USA]

68__**Erwärmung von Leuchtstofflampen am Ende ihrer Lebensdauer**

Kathrin Herrmann [Fachbereich 3.6 „System- und Eigensicherheit", PTB, Braunschweig]
Dr. Ulrich Johannsmeyer [Fachbereich 3.6 „System- und Eigensicherheit", PTB, Braunschweig]
Rainer Kulessa [Fachbereich 3.6 „System- und Eigensicherheit", PTB, Braunschweig]

82__**Internationales „PTB Ex Proficiency Testing Scheme" für Vergleiche zwischen Ex-Laboratorien**

Dr. Uwe Klausmeyer [Fachbereich 3.5 „Explosionsschutz in der Energietechnik", Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig]
Jia Wu [Fachbereich 3.5 „Explosionsschutz in der Energietechnik", Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig]
Tim Krause [Fachbereich 3.5 „Explosionsschutz in der Energietechnik", Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig]
Thomas Horn [Fachbereich 3.6 „Explosionsgeschützte Sensorik und Messtechnik", Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig]
Dr. Ulrich Johansmeyer [Fachbereich 3.6 „Explosionsgeschützte Sensorik und Messtechnik", Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig]

90__**Die neue Betriebs-Sicherheitsverordnung**

– BetrSichV – und der Explosionsschutz

Ursula Aich [Leiterin Dezernat 45.1, Abt. Arbeitsschutz und Umwelt, Regierungspräsidium Darmstadt]

93__**Forschungsprojekt Robogas[Inspector]:**

Gaslecksuche mit autonomen mobilen Robotern

Nachdruck aus Fachzeitschrift Technische Sicherheit

100__**Steuerungen und Energieverteilungen**

für explosionsgefährdete Bereiche und die Entwicklung der Technologie über 40 Jahre

Jürgen Poidl [Produktmanager, R. STAHL Schaltgeräte GmbH, Waldenburg]

112__**Eine Frage bitte ...**

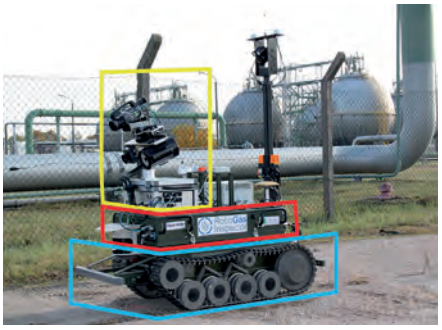
114__**Produkt-Neuheiten**

126__**Ex-Seminarkalender 2015**

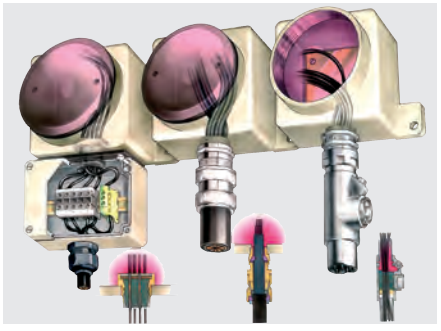
Termine, Themen und Veranstaltungsorte

128__**Druckschriften**

SEITE 61
Normenentwicklung und IEC-Normen in Nordamerika



SEITE 93
Forschungsprojekt Robogas[Inspector]



SEITE 100
Steuerungen und Energieverteilungen

EX-NACHRICHTEN

INFORMATIONEN RUND UM DEN EXPLOSIONSSCHUTZ

VON THORSTEN ARNHOLD (REDAKTION)

IEC TC 31 EXPLOSIONSSCHUTZ ELEKTRISCHER BETRIEBSMITTEL

TC 31 tagte im März 2013 in Windsor und London (UK), im November 2013 in New Delhi (Indien) sowie im März 2014 in Braunschweig.

Im Rahmen dieser Veranstaltungen kam es zu Treffen folgender Arbeitsgruppen:

WORKING GROUP (WG) 32: NEUFESTLEGUNGEN DER LUFT- UND KRIECHSTRECKEN:

Nachdem ein erstes internes Arbeitsdokument in der Arbeitsgruppe erstellt und diskutiert wurde, erging von TC31 jetzt die Aufgabe, ein informelles Dokument zur Verteilung in den Nationalen Komitees zu erstellen, welches im Januar 2013 verschickt wurde. Die Resonanz in den Nationalen Komitees darauf war überwiegend ablehnend. Man befürchtet, dass die vorgeschlagenen Werte eine große Verunsicherung nach sich ziehen würden. Man schlug daher vor, Teilergebnisse in die relevanten Normen aufzunehmen und danach die weitere Arbeit an dem Dokument einzustellen. Als erstes konkretes Ergebnis kamen zwei Tabellen mit alternativen Werten für Luft- und Kriechstrecken unter kontrollierten Umgebungsbedingungen in den Anhang H des Entwurfs der 5. Ausgabe der IEC 60079-7: Erhöhte Sicherheit.

Beim Treffen in Braunschweig am 24.03.14 wurde festgestellt, dass neben der Normenreihe IEC 60664 ggfs. auch noch in anderen Normen Vorgaben für Luft- und Kriechstrecken enthalten sind. Um beim weiteren Vorgehen sicherzustellen, dass die richtige Basisnorm zugrunde gelegt wird, müssen zunächst folgende Entscheidungen abgewartet werden:

1. Seitens TC 109 „Insulation co-ordination for low-voltage equipment" wurden andere TC's zu einem Meeting eingeladen, um die Erweiterung des Geltungsbereiches der IEC 60664-Reihe auch auf mehr als 1000 V auszuweiten.
2. Innerhalb TC 109 gibt es derzeit Diskussionen, ob die IEC 60664-1 oder 60664-5 weiterverfolgt werden soll.

Die Planungen der WG 32 sind, sich während des anstehenden IECEx Meetings in Den Haag zu treffen, um die bis dorthin vorhandenen Entscheidungen in die Arbeit der WG 32 einfließen zu lassen. Abhängig von diesen Entscheidungen werden dann die Vorschläge von WG 32 neu überarbeitet.

WG 42: (EHEMALIGE AD-HOC-WORKING GROUP (AHG) 33): SAFETY DEVICES RELATED TO EXPLOSION RISK

Ein erstes Arbeitspapier wurde im Frühjahr 2013 an die Nationalen Komitees verteilt. Darauf gingen über 120 Kommentare ein. Es zeichnete sich ab, dass es noch eine Reihe von grundsätzlichen Missverständnissen gibt. So wird häufig angenommen, dass bei Einsatz von Safety Devices die Zertifizierungspflicht entfällt. Dies ist nicht der Fall. Es muss klargestellt werden, dass sowohl das Safety Device als auch das überwachte Betriebsmittel (EUC = Equipment under Control), z.B. ein Motor, zertifiziert sein müssen, da das Safety Device in der Regel nicht sämtliche kritische Zustände alleine überwachen kann.

Weiterhin gab es Abstimmungsbedarf mit dem MT 60079 – 14. Ende 2013 wurde das Dokument nochmals in Umlauf gegeben. Es gab abermals mehr als 100 Kommentare, die während der WG 42 Sitzung im März 2014 in Braunschweig bearbeitet wurden. Der Geltungsbereich wurde entsprechend angepasst. Hiermit sollten die Missverständnisse ausgeräumt sein. Weiterhin wurde nochmals eindeutig zum Ausdruck gebracht, dass die Kombination, bestehend aus EUC und Safety Device, für den geplanten Einsatz zertifiziert werden muss.

Es ist geplant, dass im Oktober 2014 die abermals erhaltenen Kommentare bearbeitet werden können und dass dann aus der WG 42 ein Project Team gegründet werden soll, um die erste Normenvorlage erstellen zu können.

AHG 34: SEHR TIEFE UMGEBUNGSTEMPERATUREN

Die neue WG 39 mit dem Titel: „Adverse service conditions" (dt. ungünstige Betriebsbedingungen) unter dem Convenor Dr. A. Zalogin (Russland) hatte März 2013 ihre konstituierende Sitzung in London.

In Anbetracht des Umfangs der angedachten Arbeiten wurde beschlossen, sich zunächst auf die Einsatzfälle unter Tieftemperaturen zu konzentrieren. Alle Bezüge zu IEC-fremden Standards wurden aus dem Arbeitspapier entfernt. Es ist das Ziel, spezifische Anforderungen an die Betriebsmittel unter extrem tiefen Temperaturen wie auch unter anderen ungünstige Betriebsbedingungen in die betreffenden Normen

der Zündschutzarten aufzunehmen um die Entstehung einer weiteren Querschnittsnorm zu vermeiden. In der Working Group gibt es noch kontroverse Auffassungen über die Ausrichtung und den Umfang der zu treffenden Festlegungen. Für deren praktische Realisierbarkeit ist eine strikte Trennung von funktionalen Anforderungen (und deren Ausschluss aus der Betrachtung) und reinen Ex-Schutzanforderungen unbedingt erforderlich.

AHG 37: ELEKTROCHEMISCHE ZELLEN UND BATTERIEN IN BETRIEBSMITTELN FÜR EXPLOSIONSGEFÄHRDETE BEREICHE

Auf dem Treffen der AHG 37 im März 2013 in London waren auch erstmals Vertreter der Batteriehersteller vertreten. Es wurden vereinheitlichte Anforderungen für das entsprechende Kapitel der IEC 60079-7: Erhöhte Sicherheit erarbeitet. Diese Norm wurde gewählt, da sie von den Hauptnormen als nächste neu veröffentlich wird. Als Nächstes sollen die Anforderungen für die Schutzart Eigensicherheit erarbeitet werden.

WG 40: LEUCHTEN

Die AHG wurde laut Beschluss von TC31 in die WG 40 mit folgendem Auftrag überführt: „To review and develop requirements for luminaires for explosive atmospheres". Damit wird die Arbeitsgruppe auf Dauer etabliert, um den technischen Fortschritt in der Beleuchtungstechnik mit möglichst geringen Verzögerungen in den Explosionsschutz zu überführen. Die ersten Arbeiten der WG konzentrierten sich auf Zuarbeiten zur neuen Ausgabe der IEC 60079-7: Erhöhte Sicherheit. So wurden beispielsweise Anforderungen an Halogen-Hüllkörperlampen ergänzt und in die Auswahltabelle aufgenommen. Weiterhin wurden sicherheitstechnische Anforderungen an LEDs zur Verwendung in Leuchten dieser Zündschutzart präzisiert.

Eine aktuelle Aufgabe der WG40 ist die Zuarbeit für die nächste Ausgabe der IEC 60079-0.

Als weitere Aufgabe steht die Überprüfung der Anforderung für Leuchten der IEC 60079-15 an.

AHG 41: HIGH VOLTAGE

Diese AHG wurde in Oslo neu gegründet. Als Convenor wurde Dr. F. Lienesch (PTB – Deutschland) benannt. Ein erstes Arbeitspapier wurde erstellt und intern diskutiert.

TC 31 CHAIRMAN´S ADVISORY GROUP (CAG) MEETING IN WINDSOR:

Als neuer Vice Chair von TC 31 wurde Mark Koppler (DNV) gewählt.

Die IEC 60079-27 (FISCO) Norm wurde zurückgezogen da ihr Inhalt in den Teil 25: Eigensichere Systeme eingeflossen ist.

Die Zeitdauer für das Voting der Nationalen Komitees wurde bei 5 Monaten belassen.

Neben Mr. Jim Munro, der laut IEC Vorgaben diese Gruppe nicht mehr leiten darf, wurden auch die Herren Dr. Ulrich Johannsmeyer (PTB, Deutschland), Vorsitzender des Subcommittees SC 31G „Intrinsically-safe apparatus" und Thore Anderson (NEK, Norwegen), Vorsitzender des Subcommittees SC 31J „Classification of hazardous areas and installation requirements" verabschiedet. Beide können keine weitere Amtsperiode mehr antreten.

Seit August 2014 ist Mark Koppler (USA der neue Chairman von TC 31 und hat damit den langjährigen Chairman, Jim Munroe (AW) abgelöst.

IEC 60079-0: ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

Die Arbeiten an der 7. Ausgabe der Basisnorm wurden im März 2014 aufgenommen. Das Stability-Date wurde auf das Jahr 2015 festgelegt.
Im Dezember 2013 wurde ein Korrigendum mit veränderten Anforderungen an Polymere und Elastomere verteilt.

IEC 60079-1: DRUCKFESTE KAPSELUNG

Nach der durch die Mehrheit der Nationalen Komitees erzwungenen Rückweisung des FDIS der 7. Ausgabe der Norm wurde diese in den CDV-Status zurückgestuft. In zwei Sitzungen des Maintenance Teams wurden die notwendigen Korrekturen vorgenommen und der neue CDV zur Kommentierung verteilt. Die Kommentare gingen Ende 2013 bei TC 31 ein.

Jetzt scheint sich eine weitere grundsätzliche Kontroverse zu entwickeln: Die englische Delegation ist gegen die ergänzenden Prüfungen an vergossenen zünddurchschlagsicheren Spalten für den Fall, dass bei der regulären Typprüfung nach der Wärmelagerung nach IEC 60079-0 Undichtheiten auftreten. Man befürchtet, dass durch diese zusätzlichen Prüfungen unsichere Produkte „gutgeprüft" werden. Obwohl hierüber keine Einigkeit erzielt werden konnte, wird der FDIS Anfang 2014 verteilt.

IEC 60079-2: ÜBERDRUCKKAPSELUNG

Der FDIS der 6. Edition der IEC 60079-2 wird in 2014 veröffentlicht. Die wesentlichen Neuheiten gegenüber der 5. Ausgabe der Norm sind:

- Die Aufnahme der Anforderungen von Staubschutzanwendungen,
- Neue Definitionen für px, py, pz,
- Zusätzliche Anforderungen an Batterien,
- Zusätzliche Anforderungen an überdruckgekapselte Systeme
- Veränderte Testanforderungen für ausfallsichere Containments,
- Veränderte Testanforderungen zur Begrenzung des Innendrucks im Gehäuse,
- Eine zusätzliche Quelle für Schutzgaszuführung.

Von Fachleuten werden folgende Schwachpunkte bemängelt:

- Die in Abschnitt 5.9 enthaltenen Anforderungen an die Gehäuse gelten als nicht ausreichend.
- Nach Abschnitt 7.11 ist bei Ausfall des Überdrucks auch eine Signalisierung durch eine Signalleuchte möglich. Dies bleibt der Entscheidung des Betreibers überlassen.

➔

IEC 60079-5: SANDKAPSELUNG

Der FDIS der 4. Edition wurde im November fertiggestellt. Die Veröffentlichung ist für Ende 2014, gemeinsam mit der IEC 60079-6 geplant.

IEC 60079-6: FLÜSSIGKEITSKAPSELUNG

Der CDV der 4. Edition wurde im Frühjahr 2013 verteilt. Die erhaltenen Kommentare wurden beim Treffen in Braunschweig bearbeitet. Die Veröffentlichung ist für Ende 2014, gemeinsam mit der IEC 60079-5, geplant.

IEC 60079-7: ERHÖHTE SICHERHEIT

Der CDV wurde im März 2014 veröffentlicht. Folgende wesentliche Änderungen sind darin enthalten:

- Einführung der Geräteschutzniveaus (EPL) eb und ec,
- Anforderungen der IEC 60079-15 für na werden unter ec in den Teil 7 verschoben,
- Neue, an das jeweilige EPL angepasste Anforderungen an den Umrichterbetrieb,
- Festlegung, dass U-Gehäuse nur noch innen gekennzeichnet werden dürfen.
- Thermische Anforderungen an feste elektrische Isolierstoffe
- Anhang H: Möglichkeit reduzierter Luft und Kriechstrecken in eb und ec unter besonderen Bedingungen
- Neue Anforderungen für die Verlustleistung der Kathoden von Lampen, die von elektronischen Vorschaltgeräten versorgt werden (EOL).

Die eingegangenen Kommentare wurden auf zwei Sitzungen in 2013 in Windsor und in New Delhi diskutiert und in den CDV eingearbeitet. Die Arbeiten der WG 32, AHG 37 und WG 40 flossen in den Entwurf ein. Eine Tabelle mit Änderungen, die mit der Überführung von e in eb und von nA in ec verbunden sind, wurde eingefügt.

Die Bearbeitung des CDV ist im November 2014 in Northbrook vorgesehen.

SC 31 G: EIGENSICHERHEIT:

IEC 60079-11: EIGENSICHERHEIT

Das MT arbeitet an der Themensammlung für die 7. Ausgabe, die im März 2013 in Windsor und im März/April 2014 in Braunschweig fortgesetzt wurde. Der deutsche Vorschlag einer Restrukturierung des Normentextes, mit dem Ziel einer eindeutigeren Darstellung der Anforderungen, wurde mehrheitlich angenommen und soll die Grundlage der weiteren Überarbeitung bilden.

IEC 60079-25: EIGENSICHERERE SYSTEME

Gegenwärtig werden für die 3. Ausgabe Themen gesammelt. Das Stability Date ist auf 2015 festgesetzt.

SC 31 G WG4

Die Working Group des Unterkomittees SC31G beschäftigt sich seit Seattle mit der Veränderung des Funkenprüfgerätes. Dabei soll insbesondere die Cadmiumscheibe ersetzt und eine Erweiterung der Prüfmöglichkeiten erreicht werden. Die Arbeiten werden ebenfalls in Windsor fortgesetzt.

IEC-TS 60079-39: ELECTRONICALLY CONTROLLED SPARK DURATION LIMIT (POWER-I)

Ein erster Entwurf der neuen Technical Specification (TS) wurde Ende 2012 innerhalb der Arbeitsgruppe verteilt, die im März 2013 in Windsor diskutiert wurde. Ende 2013 erfolgte die Veröffentlichung der 1.CD-Fassung, die im März in Braunschweig diskutiert wurde. Die fertige TS soll Ende 2014 veröffentlicht werden.

IEC 60079-28: ZÜNDGEFAHREN DURCH OPTISCHE STRAHLUNG

Der CDV der zweiten Ausgabe wurde Ende 2013 verteilt. Die eingehenden Kommentare wurden im März 2014 in Braunschweig diskutiert. Der Geltungsbereich der Norm wurde präzisiert und einige Lichtquellen wurden ausgenommen.

Mit der Veröffentlichung des FDIS wird Ende 2014 gerechnet.

IEC 60079-18: VERGUSSKAPSELUNG

Der CDV der 4. Ausgabe wurde im März 2013 veröffentlicht.

Es gibt zwei wesentliche Änderungen gegenüber der Vorgängernorm:

- die Anforderungen für vergossene Batterien wurden angepasst und ergänzt
- für „ma" - Geräte mit EPL „Da" muss die Oberflächentemperatur in der vom Hersteller vorgegebenen Einbaulage und unter einer Staubschicht von mindestens 200 mm getestet werden. Damit ergibt sich eine Verschärfung gegenüber dem betreffenden Paragraphen in der IEC 60079-0.

Die erhaltenen Kommentare wurden beim Meeting in Braunschweig bearbeitet und die Veröffentlichung des FDIS ist für Anfang 2015 geplant.

IEC 60079-26: GERÄTE MIT GERÄTESCHUTZNIVEAU (EPL) Ga

Der FDIS der 3. Ausgabe wurde Anfang 2014 verteilt. Es gab keine wesentlichen Änderungen gegenüber der Vorgängerausgabe.

IEC 60079-31: SCHUTZ DURCH GEHÄUSE

Die 2. Ausgabe der Norm wurde im November 2013 veröffentlicht. Folgende Änderungen gegenüber der Vorgängernorm wurden vorgenommen:

- Der Sicherheitszuschlag für die maximale Oberflächentemperatur wurde von 20°K auf 10°K verringert.
- Für die Überdruckprüfung von ta-Geräten gibt es Erleichterungen.

Die neue Vorgabe für die Schwankung der Beharrungstemperatur im Temperaturtest bei „ta" von nicht mehr als 1K/24h ist technisch nur aufwändig umzusetzen.

WG 28: STÄUBE

Diese Arbeitsgruppe unterstützt und prüft die Anforderungen für Stäube in Zusammenhang mit Normen des TC31

Aktuelle Aufgaben: In der Gruppe wurde die Eignung der Druckfesten-Kapselung für den Staub Ex-Schutz bewertet. Ein weiterer Punkt ist die Zuarbeit bzgl. Staub-Ex-Schutz bei der Überarbeitung der IEC 60079-0.

IEC 60079-30-1 UND 2: ELEKTRISCHE WIDERSTANDSBEGLEITHEIZUNGEN – ALLGEMEINE UND PRÜFANFORDERUNGEN – UND ANWENDUNGSHINWEISE

Die zweite Ausgabe der Normenreihe befindet sich im späten Entwurfsstadium. Hier handelt es sich um ein gemeinsames Normenprojekt von IEC und der nordamerikanischen IEEE. Vonseiten IEC und CENELEC kann nicht akzeptiert werden, dass normative Anforderungen bezüglich des nordamerikanischen Division – Systems enthalten sind.

Die Prüfanforderungen bezüglich der mechanischen Festigkeit wurden deutlich erhöht.

IEC 60079-32-1 UND IEC 60079-32-2: ELEKTROSTATISCHE GEFÄHRDUNGEN

Teil 1 hat den Status einer Technical Specification (TS) und enthält die Grundlagen. Der Teil 2 beschreibt Prüfverfahren und besitzt den CDV - Status. Letzterer wurde Ende 2013 zur Kommentierung verteilt. In der DTS 60079-32-1 sind einige Widersprüche zur neuen Ausgabe der FDIS IEC 60079-0:2012 enthalten, insbesondere sind in der TS mehrere Verschärfungen gegenüber der bisherigen Praxis enthalten. Im Einzelnen handelt es sich um Werte aus Tabelle 2: „Allowed isolated capacitance in Zones with explosive atmosphere", die nicht mit den Werten aus Tabelle 9 aus FDIS IEC 60079-0: „Maximum capacitance of unearthed metal parts" übereinstimmen, sowie die Forderung aus CDV IEC 60079-32-1, die für nichtleitfähige Beschichtungen auf Metallflächen einen Mindestschichtdicke von 10 mm gegen Gleitstielbüschelentladungen vorschreibt. In der aktuellen IEC 60079-0 sind wie bisher nur 8 mm gefordert.

Auch einige Anforderungen aus dem Teil 2 des Normenentwurfs gehen über die bisherigen Anforderungen deutlich hinaus und würden zu völlig neuen Anforderungen an die Produkte führen. Hier sind noch einige Diskussionen mit den nationalen Komitees zu erwarten.

IEC 60079-33: GERÄTESCHUTZ DURCH SONDERSCHUTZ „S"

Der erste Entwurf der Norm wurde 2013 veröffentlicht. Es hat sich herausgestellt, dass zwischen der Norm und einem Entwurf eines Operational Documents (OD) von IECEx größere Diskrepanzen bezüglich der Organisationszugehörigkeit und den Qualifikationsanforderungen der „Independent Verifyer" bestehen. Diese sollen während der nächsten Sitzung des Maintenance Teams im April in Braunschweig und der Sitzung der IECEx Working Group 01 im Mai in Dubai beseitigt werden. Eine weiterhin enge Zusammenarbeit zwischen MT 60079-33 und IECEx wird angestrebt.

IEC 60079-40: Process Sealing

Der 2. CD wird im Frühjahr 2014 veröffentlicht. Das Dokument erhält den Status einer Technischen Spezifikation (TS).

TC31 SC31 J CLASSIFICATION OF HAZARDOUS AREAS AND INSTALLATION REQUIREMENTS

IEC 60019-10-1: EINTEILUNG DER GASEXPLOSIONSGEFÄHRDETEN BEREICHE

Der 2.CD der 2. Ausgabe wurde im Mai 2013 verteilt. Aus den nationalen Komitees gingen diesmal 370 Kommentare ein (beim 1. CD waren es 300). Diese ungewöhnlich hohe Anzahl unterstreicht die Brisanz des Themas.

Als neue Begriffe gingen aufgrund von Erkenntnissen des Bunsfield-Unglücks (Explosionsunglück im Jahr 2005 in England) „Katastrophe" und „seltener Fehler" ein. Die Tendenz, mathematische Modelle zur Zoneneinteilung zu verwenden, ist ungebrochen. Die Verwendung von Beispielsammlungen, die sich seit langer Zeit in der Praxis bewährt haben, ist aber weiterhin möglich.

Ebenfalls enthalten sind jetzt die Anforderungen an Mitarbeiter, die eine Zonenklassifikation vornehmen.

Weiterhin gibt es Bestrebungen, Elemente der funktionalen Sicherheit mit aufzunehmen. Dies würde beispielweise bedeuten, dass eine bestimmte SIL-Klassifikation für Sicherheitsfunktionen vorgegeben würde, die den korrekten Betrieb der technischen Lüftungsmaßnahmen sicherstellen sollen.

➔

IEC 60079-10-2: EINTEILUNG DER STAUBEXPLOSIONSGEFÄHRDETEN BEREICHE

Ein CDV wurde im November 2013 veröffentlicht. Das vorgesehene Stability Date ist 2019.

IEC 60079-14: ELEKTRISCHE ANLAGEN FÜR EXPLOSIONSGEFÄHRDETE BEREICHE

Die fünfte Ausgabe der Norm wurde im November 2013 veröffentlicht. Die Struktur der Norm wurde gegenüber der Vorgängerausgabe leicht verändert und gestaltet sich jetzt wie folgt:

- Allgemeine Anforderungen
- Errichtungsanforderungen für bestimmte Betriebsmittel
- Anforderungen an die Installation, abhängig von den Zündschutzarten

Erstaunlich ist, dass das Auswahlschema der 4. Ausgabe zur Bestimmung der richtigen Kabeleinführungen in druckfeste Gehäuse wieder aus der Norm entfernt wurde. Damit entfällt auch die Forderung des Einsatzes sog. „Sealed Cable Entries" für IIC-Gehäuse mit einem Volumen von mehr als 2 Litern.

Dafür wird jetzt eine Mindestkabellänge von 3 Metern vorgesehen, um ein Durchzünden durch das Kabelinnere auszuschließen. Vorausgegangen war eine Umfrage unter Betreibern, die sich mehrheitlich gegen die vergossenen Kabeleinführungen aussprachen.

IEC 60079-17: PRÜFUNG UND INSTANDHALTUNG ELEKTRISCHER ANLAGEN

Die 5. Ausgabe der Norm wurde im November 2013 veröffentlicht.

Es wurden die Geräteschutzniveaus (EPL) eingeführt und der Staubexplosionsschutz integriert. Auch hier werden die Anforderungen an die Qualifikation und Erfahrung der Fachleute, die mit Prüfungs- und Wartungsaufgaben betraut sind, beschrieben.

Die Festlegungen für Erstprüfungen der kompletten Installation in Neuanlagen vor deren erstmaliger Inbetriebnahme sind jetzt in der IEC 60079 Teil 14 enthalten.

Neu ist weiterhin die Forderung in Abschnitt 4.3.1.1 „Verification of unmarked equipment", dass bei Fehlen einer ausreichenden Kennzeichnung die zur Durchführung einer korrekten Prüfung notwendigen Informationen nachträglich verfügbar gemacht werden müssen (z.B. durch eine eindeutige Identifikationsnummer am Gerät).

Weiterhin werden neue Prüfanforderungen an ortsbewegliche Betriebsmittel gestellt.

Diese Ausgabe enthält auch erstmalig einen informativen Anhang mit Leitlinien zur Prüfung von Motoren (Anhang D), der sicher für viele Betreiber sehr hilfreich sein wird.

Für die nächste Ausgabe der Teile 14 und 17 ist vorgesehen, beide Normen zu vereinigen und auch die Aspekte des mechanischen Explosionsschutzes und der Gruppe I (Bergbau) aufzunehmen.

Beim derzeitigen Umfang der beiden Normen und bei der Vielfältigkeit und Komplexität mechanischer Betriebsmittel ist abzuwarten, wie verständlich und praxisnah das neue Normenwerk dann wird.

IEC 60079-19: GERÄTEREPARATUR, ÜBERHOLUNG UND REGENERIERUNG

Mit der Arbeit an der 4. Ausgabe wurde 2013 begonnen. Ziel ist, 2015 eine neue Norm herauszubringen.

Das Unterkomitee SC31 M arbeitet eng mit dem entsprechenden Komitee bei ISO zusammen und hat die Aufgabe, Normen für den nichtelektrischen Explosionsschutz zu erstellen.

Als Nachfolger von Dr. H. Bothe (Deutschland) wurde Dr. M. Beyer (Deutschland) ab 2013 als Chairman von SC 31 M berufen.

SC 31 M

IEC 60079-20-1: MATERIAL CHARACTERISTICS FOR GAS AND VAPOUR CLASSIFICATION

Die Norm hat ein Stability Date von 2014. Unter der Leitung des Convenors, Dr. M. Thedens (Deutschland) wurde das MT mit der Vorbereitung einer neuen Normenausgabe beauftragt und eine Frageliste in die nationalen Komitees verschickt.

IEC 60079-20-2: MATERIAL CHARACTERISTICS – COMBUSTIBLE DUSTS TEST METHODS

Nach dem Rücktritt des bisherigen Convenors, Dave Wechsler (USA) wird D.W. Ankele (USA) die Leitung der MT übernehmen. Eine neue Ausgabe der CD ist in Vorbereitung.

Es wurde beschlossen, die bestehende Nummerierung der beiden Normen beizubehalten, da sie in vielen anderen Normen zitiert wird. (alle anderen Normen für nichtelektrische Zündschutzarten haben den Nummernkreis 800XX).

ISO/IEC 80079-34: APPLICATION OF QUALITY SYSTEMS FOR ELECTRICAL AND NON-ELECTRICAL EQUIPMENT

Nachdem die erste Ausgabe der Norm im April 2011 veröffentlicht wurde, wird jetzt die nächste Ausgabe der Norm vorbereitet. Unter Leitung des Convenors, Thierry Houeix (Frankreich) wird ein Maintenance Team gebildet.

ISO/IEC 80079-36: NON-ELECTRICAL EQUIPMENT FOR USE IN EXPLOSIVE ATMOSPHERES – BASIC METHODS AND REQUIREMENTS

Nachdem der CDV der Norm im Frühjahr 2013 von ISO abgelehnt wurde (bei IEC wurde er angenommen), musste man nochmals zurück in den CV – Status gehen. Ablehnungsgrund war die vorgeschlagene Kennzeichnung, von der man eine Verwechslungsgefahr befürchtete. Jetzt hat man sich geeinigt, statt der Kennzeichnung „ch" für Konstruktiven Explosionsschutz, „bh" für die Zündquellenüberwachung und „kh" für die Flüssigkeitskapselung nur noch „h" für mechanischen Explosionsschutz zu verwenden.

Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass der mechanische Explosionsschutz sehr stark auf die jeweiligen Geräte bezogen ist und die Betriebsanleitung damit einen größeren Stellenwert als bei den elektrischen Betriebsmitteln erhält.

Anfang 2014 wird mit einem neuen Votum für den CDV gerechnet. Wenn dieses positiv ausfällt, kann mit der Veröffentlichung der Norm Anfang 2015 gerechnet werden.

Die Norm ist sehr eng an die Basisnorm IEC 60079-0: „Allgemeine Bestimmungen" angelehnt. Eine sehr hilfreiche Referenzliste für die einzelnen Abschnitte der IEC 60079-0 ist im Scope enthalten.

ISO 80079-37: NICHTELEKTRISCHE GERÄTE FÜR DEN EINSATZ IN EXPLOSIONSGEFÄHRDETEN BEREICHEN

Der CDV der ersten Ausgabe wurde im Sommer 2012 veröffentlicht. Convenor des Projekt Teams ist K. Brehm (Deutschland). In dieser Norm werden die drei Zündschutzarten Konstruktive Sicherheit „ch", Zündquellenüberwachung „bh" und Flüssigkeitskapselung „kh" beschrieben.

IECEX-SYSTEM

Das Treffen des IECEx Management Committees (Ex MC) fand im Oktober 2013 in Fortaleza, Brasilien statt. Folgende Themen sind erwähnenswert:

- Conformity Assessment Board (CAB)
  Themen: Hier sind besonders neue finanzielle Vorgaben von CAB zu erwähnen. Man möchte ab kommendem Jahr indirekte Leistungen, die man gegenwärtig noch bei IEC verrechnet, bei IECEx auflaufen lassen. Außerdem soll die Rücklage, in die gegenwärtig die Überschüsse fließen, von zwei auf drei Jahre verlängert werden. Begründet wird dies mit der besseren finanziellen Absicherung von konjunkturellen u.a. Risiken. Beides könnte zu einer deutlichen Veränderung der Finanzlage von IECEx führen. Das ExMC verlangte eine genauere Erläuterung der Umstände dieser Forderungen von CAB.
- Prof. Thorsten Arnhold, Deutschland, wurde zum neuen IECEx Chairman gewählt. Er trat das Amt am 01.Januar 2014 an. Die Wahlperiode beträgt 3 Jahre.
- Der deutsche Vorschlag, die pauschale Referenzierung von Zertifikaten (CoCs) auf die Betriebsanleitung aus der vorgeschlagenen Ergänzung von IECEx 02 so umzuändern, dass lediglich die Explosionsschutz-relevanten Teile der Betriebsanleitung betroffen sind, fand zwar überwiegend Zustimmung aber auch eine klare Ablehnung der US-amerikanischen Delegation.
  Daher wurde beschlossen, das Thema noch einmal in WG 01 zu delegieren.
- Der deutscher Vorschlag, die Diskrepanzen zwischen IEC 60079-33 und dem entsprechenden neuen OD (ExMC/866/CD) bezüglich der Organisationszugehörigkeit und fachlichen Qualifikation der Independend Verifyer (IV) zu beseitigen, wurde angenommen. Das neue Dokument wird angepasst und soll im Umlaufverfahren freigegeben werden.
- Es wurde der Vorschlag unterbreitet, WG 10 in ein neues Komitee analog zu Ex-PCC umzuwandeln. Dies wurde wegen der deutlichen Erweiterung des Scopes des Service Facility Schemes befürwortet.
- Aus dem Bericht des Chairmans von Ex PCC ging hervor, dass die Arbeit an der Fragen--Datenbank weitergeht und gegenwärtig eine geeignete Software zur Verwaltung der Fragen ausgewählt wird. Ralf Wigg tritt als Chairman zurück.
  Nachfolger wird John Allen (UK).
- Der deutsche Vorschlag zur Präzisierung der erforderlichen Kompetenzen und Qualifikation der Assessoren wurde angenommen.

Stand: 15. April 2014

AUTOR
PROF. DR. THORSTEN ARNHOLD
[CHAIRMAN IECEX SYSTEM / BEREICHSLEITER TECHNOLOGIE, R. STAHL SCHALTGERÄTE GMBH, WALDENBURG]

ABKÜRZUNGEN

EPL
Equipment protection level
Geräteschutz

DC
Document for Comments
Umfrage zum Beginn eines Neuentwurfes

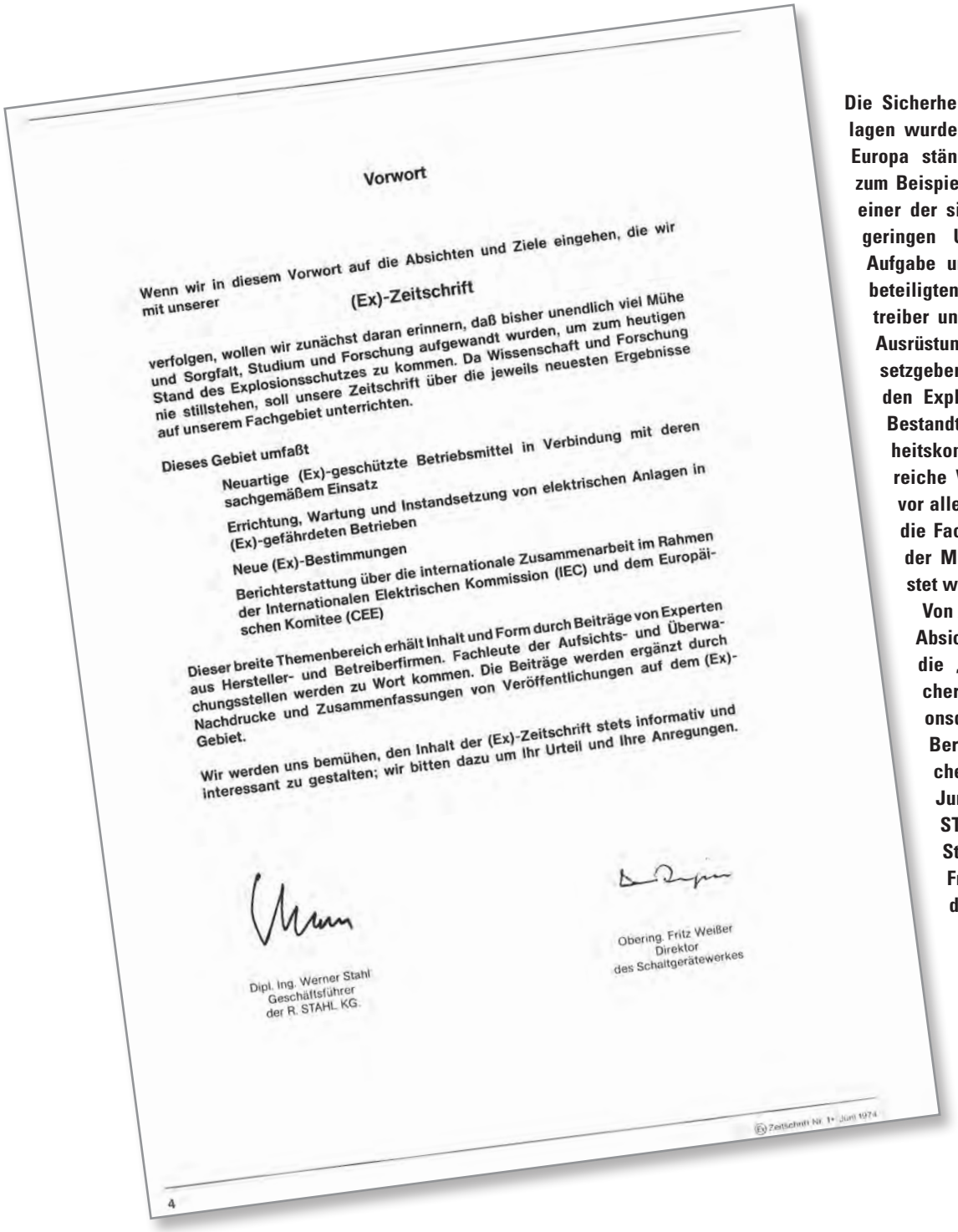
CD
Committee Draft
1. Stufe: Veröffentlichung eines Normenentwurfes

CDV
Committee Draft for Voting
2. Stufe: Erste Abstimmung über den Normententwurf

FDIS
Final Draft International Standard
3. Stufe: Schlussabstimmung über den Normenentwurf

40 JAHRE EXPLOSIONSSCHUTZ IM SPIEGEL DER EX-ZEITSCHRIFT

VON WOLF DILL, HELMUT SCHACKE, PETER VÖLKER



Vorwort

Wenn wir in diesem Vorwort auf die Absichten und Ziele eingehen, die wir mit unserer (Ex)-Zeitschrift

verfolgen, wollen wir zunächst daran erinnern, daß bisher unendlich viel Mühe und Sorgfalt, Studium und Forschung aufgewandt wurden, um zum heutigen Stand des Explosionsschutzes zu kommen. Da Wissenschaft und Forschung nie stillstehen, soll unsere Zeitschrift über die jeweils neuesten Ergebnisse auf unserem Fachgebiet unterrichten.

Dieses Gebiet umfaßt

Neuartige (Ex)-geschützte Betriebsmittel in Verbindung mit deren sachgemäßem Einsatz

Errichtung, Wartung und Instandsetzung von elektrischen Anlagen in (Ex)-gefährdeten Betrieben

Neue (Ex)-Bestimmungen

Berichterstattung über die internationale Zusammenarbeit im Rahmen der Internationalen Elektrischen Kommission (IEC) und dem Europäischen Komitee (CEE)

Dieser breite Themenbereich erhält Inhalt und Form durch Beiträge von Experten aus Hersteller- und Betreiberfirmen. Fachleute der Aufsichts- und Überwachungsstellen werden zu Wort kommen. Die Beiträge werden ergänzt durch Nachdrucke und Zusammenfassungen von Veröffentlichungen auf dem (Ex)-Gebiet.

Wir werden uns bemühen, den Inhalt der (Ex)-Zeitschrift stets informativ und interessant zu gestalten; wir bitten dazu um Ihr Urteil und Ihre Anregungen.

Dipl. Ing. Werner Stahl
Geschäftsführer
der R. STAHL KG.

Obering. Fritz Weißer
Direktor
des Schaltgerätewerkes

Ex Zeitschrift Nr. 1 • Juni 1974

4

Die Sicherheit verfahrenstechnischer Anlagen wurde in den letzten 40 Jahren in Europa ständig verbessert. Heute zählt zum Beispiel die chemische Industrie zu einer der sichersten Branchen mit sehr geringen Unfallzahlen. Sicherheit ist Aufgabe und Herausforderung für alle beteiligten Kreise, im besonderen Betreiber und Mitarbeiter, Hersteller von Ausrüstung, Behörden, Prüfstellen, Gesetzgeber. Dies gilt umfassend auch für den Explosionsschutz als integralem Bestandteil eines Gesamt-Sicherheitskonzeptes, wobei die erfolgreiche Vermeidung von Explosionen vor allem in den Unternehmen durch die Fachkompetenz der Leitung und der Mitarbeiter vor Ort gewährleistet wird.

Von Anfang an war es die erklärte Absicht des Herausgebers R. STAHL, die „Ex-Zeitschrift" zu einer sicherheitstechnischen Informationsquelle ersten Ranges für den Bereich Explosionsschutz zu machen. In der ersten Ausgabe vom Juni 1974 fassen der damalige STAHL-Geschäftsführer Werner Stahl und der STAHL-Direktor Fritz Weißer die Zielstellung der Ex-Zeitschrift zusammen.

Der Kreis, an den sich die Ex-Zeitschrift wendet, hat sich inzwischen deutlich erweitert; dabei gelten diese Aussagen aber heute nach wie vor.

Die Weiterentwicklung und Umsetzung der sicherheitstechnischen Grundlagen und des regulatorischen Umfelds spiegeln sich in den Fachaufsätzen aller beteiligten Akteure wider. Neue Ergebnisse der forschenden Institutionen, Neues aus der Normung, Berichte über gelöste Probleme in der industriellen Praxis und Anwendung verbesserter Schutzkonzepte auf neue Produkte, Informationen von Prüflabors und Zertifizierungsstellen, von regelsetzenden staatlichen Institutionen und an der Unfallverhütung beteiligten Behörden und Organisationen ermöglichen den Lesern der Ex-Zeitschrift, ihre eigene Fachkompetenz und die ihres beruflichen Umfelds auf dem neuesten Stand zu halten. In den folgenden Ausführungen werden wir auf einige wichtige Entwicklungen und Fortschritte der letzten 40 Jahre im Explosionsschutz eingehen, wie sie sich in den Inhalten der Fachbeiträge widerspiegeln. Allerdings wird wegen der Fülle der Informationen darauf verzichtet, die Fundstellen der zugehörigen Artikel explizit anzugeben. Naturgemäß lag und liegt das Augenmerk der Ex-Zeitschrift hauptsächlich auf Themen der Technik, Prüfung und Anwendung von elektrischen Geräten und Systemen im Explosionsschutz. Dennoch fanden und finden sowohl allgemeinere als auch andere spezielle Aspekte für das Betreiben von „Ex-Anlagen" ihren Platz, wie Fragestellungen zum betrieblichen Arbeitsablauf und der Erarbeitung von Explosionsschutzkonzepten, aus dem „nicht-elektrischen" und dem „konstruktiven" Explosionsschutz etc.. Diese Aspekte können im vorliegenden Beitrag aber nur gestreift werden.

DYNAMISCHE ENTWICKLUNG IN TECHNIK, WIRTSCHAFT UND REGELSETZUNG

Vergleicht man die heutige Situation mit der vor 40 Jahren, wird klar, dass die Entwicklungen der Technik, der Wirtschaft und der Regelsetzung sehr dynamisch vorangeschritten sind.

1974 gab es noch keine Mobiltelefone, keine E-Mails, kein Internet und keine PCs. Gerade fünf Jahre zuvor war Apollo 11 auf dem Mond gelandet. Die technologische Entwicklung der letzten 40 Jahre kann daher als überaus rasant bezeichnet werden, und das gilt nicht nur für den Bereich der Kommunikations- und Automatisierungstechnik. Alle Technikbereiche wurden durch die Erfindungen und Entwicklungen maßgeblich beeinflusst. Die Anpassung der technischen und gesetzlichen Regelungen verlief parallel zu der rasanten Technologieentwicklung und versuchte, mit dieser gut Schritt zu halten. Gleichzeitig – und nicht unabhängig davon – erlebten und erleben wir auch einen wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Wandel.

Die Welt sieht heute anders aus. Es gab wirtschaftliche Verlagerungen von Schwerpunkten. Ganze Industrien haben sich verändert, einige sind neu entstanden, einige gewachsen, andere zurückgegangen oder sogar ganz verschwunden, und es gab auch Verschiebungen innerhalb des weltwirtschaftlichen Systems. Zum Beispiel verlor der einstmals blühende Steinkohlenbergbau in Deutschland kontinuierlich an Bedeutung und spielt heute keine wesentliche wirtschaftliche Rolle mehr. Dort waren 1974 noch rund 200.000 Menschen direkt beschäftigt; auf dem Höhepunkt arbeiteten in Deutschland fast 600.000 Menschen im Kohlebergbau.

Einer der wichtigsten Industriezweige ist aber noch immer die pharmazeutisch-chemische Industrie, die sich in Deutschland gut behauptet hat. Gerade sie hat dazu auch einen besonderen Bezug zum Explosionsschutz.

AUSGANGSSITUATION 1974

Der Explosionsschutz war damals noch nicht umfassend mit Technischen Regelwerken, Verordnungen und Gesetzen belegt. Regelungen bezogen sich auf stoff-, anlagen- und gerätespezifische Aspekte oder waren in allgemeineren Anforderungen zur Sicherheit „versteckt". Zu den ersteren gehörten im Besonderen die Verordnung über Brennbare Flüssigkeiten (VbF, ursprüngliche Fassung von 1960) und die länderspezifischen Explosionsschutz-Verordnungen und Bergverordnungen.

Allerdings hatten die Berufsgenossenschaften (gemäß Sozialgesetzbuch auch autonome Regelsetzer) in Deutschland bereits verbindliche Regelungen zum gesamten Gebiet des Explosionsschutzes herausgegeben („Explosionsschutz-Richtlinien, EX-RL", heute: „Explosionsschutz-Regeln"), die später auch zum Vorbild für gesetzliche Regelungen in Europa für das Betreiben von „Ex-Anlagen" werden sollten, sowie für viele Europäische Normen zum nicht-elektrischen Explosionsschutz.

So verblieb die Weiterentwicklung des Explosionsschutzes weitestgehend in der Hand der Anwender (Prozess-Industrie) und der Hersteller von elektrischen Geräten, Maschinen und Systemen. Auf elektrischem Gebiet war der Explosionsschutz geregelt durch Normen der entsprechenden Normungsorganisationen, wie VDE, CENELEC und IEC.

➔

1972
Taschenrechner von Hewlett Packard mit wissenschaftlichen Funktionen, HP 35

1973
Gründung von CENELEC

1974
Intel stellt den ersten vollwertigen 8-Bit-Processor 8080 vor

1972
Explosionsgeschützte Hängeleuchte "Druckfeste Kapselung" mit Quecksilberdampf-Hochdrucklampe 400 W

1973
Explosionsgeschützte Schalttafelsteuerungen mit Befehlsgeräten der Reihe 8004

1974
Ex-Zeitschrift Nr. 1

1972 1973 1974

HARMONISIERUNG DER NORMEN 1967 – 1977

Das Umfeld der elektrotechnischen Normen zeichnete sich durch große Kontinuität aus.

In Deutschland galt 1974 die VDE 0170/0171, deren Fassung von 1944 durch Anpassungen in 1957 und 1961 nur noch geringfügig geändert wurde, auch wenn die Technik selber moderner wurde. 1965 wurde die Zündschutzart „Eigensicherheit (Ex)i / (Sch)i" eingeführt. Norm-Abweichungen wurden von den beiden deutschen Prüfstellen PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt in Braunschweig) und BVS (Bergbau-Versuchsstrecke in Dortmund) geprüft und als Sonderschutz „s" bescheinigt. Auf der Basis der Bescheinigungen wurden nach Landesvorschriften (basierend auf der ExVO) von Regierungspräsidenten oder Landesoberbergämtern Zulassungen erteilt.

Vergleichbare Regelungen gab es auch in allen anderen Ländern Europas und weltweit, ausschließlich auf der Basis der jeweiligen nationalen Normen und Gesetze. Die Vermarktung der oft besonders hochwertigen und sicheren deutschen Produkte ins Ausland war für exportorientierte Hersteller eine zeit- und ressourcenfressende Aufgabe.

Bereits 1967 erschien IEC 79 für die Zündschutzart „Druckfeste Kapselung"; danach IEC 79-0 und weitere Zündschutzarten. Eine Verpflichtung zur Übernahme gab es aber nicht.

Einen Pilotcharakter für die Betreiber hatte die 1972 erschienene IEC-Publikation 79-10, weil hier erstmals die Zoneneinteilung einheitlich genormt wurde. Bei den Formulierungen zu den Definitionen der Zonen wurde um jedes Wort gefeilscht.

Die Arbeiten bei IEC liefen parallel zur ersten europäischen „Harmonisierung" der nationalen Normen. EN 50014-50020 (ausschließlich für Ex I und EX II /Zone-1) wurden von 1967 bis 1977 von Cenelcom (später: CENELEC) mühevoll erarbeitet. Diese Normen enthielten technische Konzepte, deren Ursprung in den französischen, britischen oder deutschen Normen erkennbar war. Während z.B. in Deutschland die Anschlussleitungen in der Regel in Anschlussräume in Zündschutzart „e" eingeführt wurden, waren diese in Großbritannien üblicherweise druckfest und enthielten auch Trennschalter. In Frankreich durften bestimmte Leitungen mit speziellen Einführungen dagegen auch direkt in die druckfesten Schalträume eingeführt werden. Die Synthese dieser Varianten in den EN führte teilweise zu technischen Lösungen, deren Sicherheitsniveau nicht immer dem ursprünglich gewollten entsprach.

MARKTÖFFNUNG DURCH EWG-RICHTLINIEN 1977 – 1979

Die Vereinheitlichung der Europäischen Gerätenormen für explosionsgeschützte Elektrotechnik wurde flankiert von den ersten EWG-Richtlinien für die optionale Öffnung der EWG-Märkte für Produkte, die „harmonisierten" Europäischen Normen entsprachen. Harmonisierung hieß die explizite Nennung der Normen in einer EWG-Richtlinie.

Die Richtlinie 76/117/EWG gab den Rechtsrahmen. Die Mitgliedsländer durften den Vertrieb von Geräten nicht behindern, wenn eine „Zugelassene Stelle" eine „Konformitätsbescheinigung" über die Übereinstimmung mit den harmonisierten Normen ausgestellt hatte. Die konkrete Anwendung ermöglichte die Richtlinie 79/196/EWG mit der ersten Liste harmonisierter

1975
Kopplung von Sojus 19
und Apollo 18

1975
Europäische Richtlinie
76/117/EWG

1975
Explosionsgeschützter
Fehlerstromschutzschalter
40 A

1975

1976
100 Jahre R. STAHL
Firmengründer
Rafael Stahl

1976

1977
Apple II Personal Computer
mit Tastatur

1977
Normenreihe EN 50014,
bis 50020 durch CENELEC
angenommen

1977
Erste Explosionsgeschützte
Meldeleuchten mit LED
(Patent für R. STAHL)

1977

Normen. Das Ex im Sechseck musste als „gemeinschaftliches Unterscheidungszeichen" auf Betriebsmittel und Bescheinigung erscheinen.

UMFASSENDE NEUORDNUNG DER DEUTSCHEN GESETZGEBUNG FÜR DEN EX-SCHUTZ 1980

Die beiden EWG-Richtlinien von 1977 und 1979 wurden 1980 mit einer umfassenden Neuregelung des Explosionsschutzes in Deutschland durch die Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen („ElexV") in das deutsche Rechtssystem integriert.

Sowohl Baumusterprüfbescheinigungen der deutschen Prüfstellen PTB und BVS als auch Konformitätsbescheinigungen der zugelassenen Stellen der anderen EU-Mitglieds-Ländern (BE, DK, FR, GB, IT) ersetzen die landesrechtlichen Zulassungen.

PTB und BVS wurden mit einer diplomatischen Note des ständigen Vertreters der Bundesrepublik bei der EWG als zugelassene Stellen benannt („notifiziert").

Die ElexV enthielt auch die Zoneneinteilungen und Verweise auf technische Regelwerke wie die seit den 40er Jahren existierende Explosionsschutz-Richtlinien der BG-Chemie.

Ergänzend zu den Zoneneinteilungen gab es noch ein Abkommen zwischen dem Bundesminister für Arbeit und den beiden deutschen Prüfstellen: Die Bescheinigungen für die Zone 0 übernahm die PTB, die für die Zone 10 (heute: Zone 20) die BVS. Beide Stellen verpflichteten sich, darauf hinzuwirken, dass keine Bescheinigungen für die Zone 2 und Zone 11 (heute: Zone 22) ausgestellt werden.

Sonderanfertigungen konnten nach ElexV von besonders qualifizierten und zugelassenen Sachverständigen der Betreiber und der Hersteller geprüft und bescheinigt werden. Diese Sachverständigen hatten damit quasi den Status einer Notifizierten Stelle, allerdings nur für den deutschen Markt.

AUFBAU DES BINNENMARKTES 1980 – 1990

Im Warenverkehr für explosionsgeschützte elektrische Geräte gab es zunächst viele Reibungsflächen und auch Versuche, den nationalen Markt etwas abzuschirmen. Viele kontroverse Diskussionen, die die Akzeptanz von bescheinigten Betriebsmitteln betraf, wurden in der Arbeitsgruppe der Prüfstellen geführt. Diese Arbeitsgruppe HOTL (Heads of Testing Laboratories) wurde von der EG-Kommission organisiert. Die Gruppe war mit 8 Mitgliedern überschaubar: INIEX (Belgien), PTB und BVS (Deutschland); DEMKO (Dänemark), CERCHAR und LCIE (Frankreich); BASEEFA (Großbritannien); CESI (Italien). Durch die Erweiterung der EWG kamen später LOM (Spanien), Arsenal und TÜV Wien (Österreich), VTT (Finnland) und SP (Schweden) hinzu, sowie mit Inkrafttreten der Bergbau-Richtlinie 82/130/EWG noch die Britische Stelle HSE(M). Die Sitzungen wurden rotierend bei den einzelnen Mitgliedern abgehalten, was dem Aufbau gegenseitigen Vertrauens und der Angleichung der Prüfprozeduren diente. Bereits 1982 fand ein Ringversuch zur explosionstechnischen Bezugsdruckbestimmung an einem druckfesten Motor statt.

➔

1979
Rubik stellt seinen Zauberwürfel vor

1979
Europäische Richtlinie 79/196/EWG

1980
ElexV-Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen

1978
Sicherheitsbarrieren nach EN 50020 und NFPA 493 (für USA)

1979
Gründung der ersten Tochtergesellschaft in den USA

1980
Explosionsgeschützter Elektroseilzug

1978 1979 1980/81

DAS EX IM SECHSECK – INTERNATIONAL BEKANNTES LOGO FÜR GUTEN EUROPÄISCHEN EX-SCHUTZ

Insgesamt hat HOTL dann doch viele positive Beiträge zu Vereinheitlichung der Spielregeln beitragen können.

Nach spätestens 10 Jahren war das europäische System der Marktöffnung für einheitlich geprüfte und gekennzeichnete Geräte eine Erfolgsstory. Das Ex im Sechseck wurde zum Logo des Europäischen Explosionsschutzes und auch außerhalb der EWG zum Schlüssel für den Marktzugang.

Zum Abbau bürokratischer Hemmnisse führte HOTL die Komponentenbescheinigung für Ex-Komponenten, wie Klemmen, Leitungseinführungen, Leergehäuse ein. Sie hatte keinerlei offiziellen Status, aber sie funktionierte und wurde später in die Richtlinie 94/9/EG übernommen. Bei HOTL war vereinbart, diese Bescheinigungen gegenseitig anzuerkennen.

Ein von der Richtlinie vorgesehenes Prüf- und Bescheinigungsverfahren für den Fall der Abweichung von harmonisierten Normen („Kontrollbescheinigung") kam erst sehr spät in Gang, als die Gruppe HOTL für die Anwendung noch nicht harmonisierter ENs ein vereinfachtes Verfahren entwickelt hatte.

ÜBERGANGZEIT VON DER OPTIONALEN HARMONISIERUNG ZUM VOLLENDETEN BINNENMARKT

Das System der Normenharmonisierung durch einzelne EWG-Richtlinien hatte zwar funktioniert, war aber angesichts der schnellen und zahlreichen Änderungen bei den ENs zu schwerfällig. Bei der Umsetzung der EG-Initiativen zur „Vollendung des Binnenmarktes" und zum „Neuen Ansatz" wurde dieses System dann abgelöst durch die Richtlinie 94/9/EG mit dem Verweis auf eine Normenliste im Amtsblatt der EU.

1982: DIE B-GENERATION: DER EN-KUNSTSTOFF WIRD HOFFÄHIG IM EX-SCHUTZ

Bei der ersten Generation der EN 50014-50020 war die Technologie mechanischer Komponenten auf metallene Werkstoffe ausgerichtet. Die Prüfkriterien für Kunststoffmaterialen mussten bestehende Bedenken ausräumen. Ein ganzes Spektrum an Materialprüfungen wurde ergänzt. Erst bei der Anwendung ergab sich, dass bestimmte Materialkennwerte oft nicht verfügbar waren und in aufwendigen Versuchsreihen ermittelt werden mussten. Auch Anforderungen an die Vermeidung gefährlicher elektrostatischer Aufladungen bildeten eine signifikante Hürde.

Diese Änderungen zu EN 50014-020 wurden erst 1984 als sogenannte „B-Generation" harmonisiert (für die Gruppe I: 1988), wobei der Buchstabe B in die Nummer des Zertifikats aufgenommen wurde.

1982
Commodore Rechner C64 kommt auf den Markt

1982
Europäische Richtlinie 82/130/EWG (Bergbau)

1982
ICS 1000: Modulsystem für die Prozessautomatisierung

1982

1983
Motorola DynaTAC 8000X wird als erstes Mobiltelefon von der FCC zugelassen

1983
CES-Steckvorrichtung mit Drehschalter explosionsgeschützt und nach CEE-Norm

1983

1984
Erste E-Mail in Deutschland

1984
Anpassung der Richtlinie 79/196/EWG

1985
Ex-Sicherheitsschalter 16 A bis 63 A

1984/85

1986
STAUBEXPLOSIONSSCHUTZ NATIONALE BAUARTBESTIMMUNGEN

Während die VDE-Norm für Zone-0-Geräte immer nur Entwurf blieb, erschien 1986 VDE 0170/0171 Teil 13 für Zone-10-Geräte.
Für die Zone 11 enthielt VDE 0165 ausreichende Kriterien, um aus Geräten für normale Industrieanwendungen geeignete wählen zu können.

1988
VERGUSSKAPSELUNG ALS WEITERE ZÜNDSCHUTZART GENORMT

Bevor die EN 50028 erschien, waren vergussgekapselte Geräte und Bauteile in Deutschland als Sonderschutz „s" bescheinigt worden, basierend auf den hausinternen Prüfregeln der Prüfstellen.

Auch mit der EN 50028 als Synthese aus den Prüfverfahren der Prüfstellen in Europa mussten zunächst Erfahrungen gesammelt werden, vor allem mit den Vergussmaterialien.

1988
DAS (FAST) ENDGÜLTIGE AUS FÜR VDE 0170/0171:1.69

Bei der Aufnahme der EN 50014-020 ins VDE-Vorschriftenwerk 1978 wurde der 01. Mai 1988 als Datum festgelegt, bis zu dem die parallele Anwendung von VDE 0170/0171/1.69 noch möglich sein sollte. Diese Übergangsfrist von 10 Jahren schien ausreichend, am Ende reichte sie dann aber doch nicht. Kurz vor dem Ablauf beschloss das DKE-Komitee K 241 noch eine lebenserhaltende Maßnahme für die nach nationalen Normen gebauten Geräte.

Die Änderung A102 zum Teil 1 von VDE 0170/0171:5.78 (=EN 50014) hob das Ende der 10-jährigen Übergangsfrist mit Wirkung vom 01. Mai 1988 teilweise wieder auf:

Für noch nicht durch harmonisierte Normen abgedeckte Geräte konnten PTB und BVS weiter nationale Ex-s-Bescheinigungen ausstellen. Für vor dem 01.05.1988 bereits zugelassene oder baumustergeprüfte Geräte der Gruppe I konnte die BVS weiter Bauartänderungen bescheinigen. Die weitere Anwendbarkeit von VDE 0170:1.69 für den Bergbau wurde flankiert von einer entsprechenden Änderung der Elektrozulassungs-Bergverordnung.

Für die Betreiber explosionsgeschützter Geräte wichtigste Festlegung war die Aussage der Norm: „Der Übergang auf neue Normen erfolgte im Hinblick auf die europäische Harmonisierung; eine Veränderung des Sicherheitsniveaus ist damit nicht verbunden."

Dies vermied eine Umrüstungspflicht von in Betrieb befindlichen Anlagen wegen vermeintlicher Anhebung des Sicherheitsniveaus durch neuere Normen.

1989
DEUTSCHE EINIGUNG MIT ABLÖSUNG DER TGL-NORMEN

Mit der Deutschen Einigung wurde das in der Bundesrepublik bestehende Geflecht aus Verordnungen und Normen auch den neuen Bundesländern übergestülpt. Für die bis dahin geltenden TGL-Normen der DDR gab es nur noch Übergangsregeln.

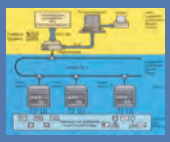
➔

1989
Berliner Mauer fällt

1990
Deutsche Wiedervereinigung

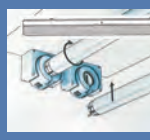
1986
VDE 0170/0171 Teil 13
Anforderungen an Betriebsmittel der Zone 10

1986
ICS MUX: Erstes Eigensicheres Feldbussytem für den Ex-Bereich auf der ACHEMA



1989
EXLUX 6000:
Start der innovativen Ex-Leuchtenreihe von R. STAHL

1990
Ex e Zweistiftfassung



1986-88

1989

1990

Die Freiberger Prüfstelle – Teil des Instituts für Bergbausicherheit – wurde mit vorübergehender finanzieller Förderung durch den Bund privatisiert und ist jetzt unter dem Kürzel IBExU bekannt.

1989
EN 50021 FÜR ZONE-2-GERÄTE

Für Deutschland war die Errichtungsnorm VDE 0165 ausreichend, die für Zone-2-Geräte die Kriterien für die Auswahl aus betriebsmäßig nicht funkenden „normalen" Industriegeräten vorgab.

Auf europäischer Ebene kam man nicht ohne Gerätenorm aus.

Schon 1975 warnte der TC31-Vorsitzende H. G. Riddlestone, „on occasion, requirements for apparatus for Zone 2 become more onerous than those for Zone 1 equipment." Bei der Ausarbeitung der Norm EN 50021:1988 gingen die Anforderungen deutlich über das von VDE 0165 her gewohnte hinaus. Diese Norm wurde nicht harmonisiert, da die EWG-Richtlinien Zone-2-Geräte nicht abdeckten. Bei der Überarbeitung durch IEC wurden auch Konzepte der in Nordamerika gültigen Division 2 nach IEC 60079-15 übernommen.

1994
ATEX UND DIE VOLLENDUNG DES BINNENMARKTES

Die nach dem „Neuen Ansatz" entworfene Richtlinie 94/9/EG brachte eine Vielzahl von Umwälzungen, die von Herstellern und Betreibern mit erheblichem Aufwand umzusetzen waren. Gegen starke Bedenken wurden die nichtelektrischen Geräte und die Schutzsysteme in den Geltungsbereich aufgenommen. Weitere gravierende Änderungen waren:

- Einführung von Gerätekategorien für alle Zonen
  Allerdings gab es Widerstände gegen die Einführung einer Gerätekategorie 0 in Analogie zur Zone 0 („Zero? C'est rien!").
- Drei Gerätekategorien beim Staubexplosionsschutz
  Für das bewährte Zwei-Zonen System beim Staub (DE: 10 und 11; GB: Y und Z; Nordamerika: Division 1 und 2) war in Normungskomitees ein Spiegelbild der drei Gas-Zonen entwickelt worden. Diesem wurde mit drei Gerätekategorien bereits entsprochen, obwohl die drei Staubzonen erst mit der Richtlinie 1999/92/EG in Europa verbindlich wurden. Die Dreiteilung der Gerätekategorien wurde 2007 von IEC als „Equipment Protection Level" in die IEC 60079-0 übernommen.
- Aufnahme des gesamten Spektrums von explosionsschutz-relevanten Geräten, wie Schutzsysteme (z.B. Explosionsdruckentlastung, Explosionsunterdrückung), Gasmessgeräte, Sicherheitseinrichtungen und Verbrennungsmotoren.

1992
Erfindung der blauen LED in Japan

1991
INTRINSPAK: Sicherheitsbarriere mit austauschbarer Vorsicherung

1991

1992
ICS PAK: Trennstufen

1992

1993
Heidrun: Großes Feldbusprojekt in der norwegischen Ölförderung

1993

BETRIEBLICHER EXPLOSIONSSCHUTZ 1999 – 2003 „BETREIBER-ATEX" UND EINFÜHRUNG EINES GEMEINSAMEN MINDESTNIVEAUS

– Die Aufnahme der Sicherheitseinrichtungen, deren sichere Funktion beispielweise garantieren soll, dass an dem überwachten Gerät beim Betrieb und bei Störungen keine Zündquelle auftritt, fiel in eine Zeit, in der in der gesamten Sicherheitstechnik die Einführung von quantifizierbaren Sicherheitspegeln für entsprechend bewertete Risikoklassen diskutiert und genormt wurde. Insbesondere für die Betreiber großer industrieller Anlagen mit sicherheitskritischen Prozessen folgte eine schwierige Zeit. Die auf der Basis langjähriger Erfahrungen entwickelte Sicherheitstechnik ließ sich oft nur schwer mit den Instrumentarien wie SIL (IEC 61508) einfach und erfolgreich bewerten.
Auch die für den Explosionsschutz relevanten Sicherheitseinrichtungen wurden erst nach intensiven Beratungen genormt, in separaten ENs für elektrische und für nichtelektrische Einrichtungen.

– Die Mitwirkung von hierfür notifizierten Stellen bei Überwachung des Qualitätsmanagements für die Herstellung der Produkte. An dieses ATEX-spezifische Overlay über das meist vorhandene QS-System nach ISO 9000 mussten sich Hersteller und QS-Zertifizierer erst gewöhnen.

Heute kann man sagen, dass die Umstellung von der optionalen Harmonisierung auf den vollständigen Binnenmarkt erfolgreich verlaufen ist, wenn auch mit Nebeneffekten, die nicht immer nur der Sicherheit dienten.

Beispielsweise gibt es inzwischen ca. 66 notifizierte Stellen in der EU, deren Akkreditierung (wenn überhaupt) und Notifizierung nach unterschiedlichen Kriterien erfolgte. Die Beurteilung der Fachkompetenz der Prüfstellen ist Sache der Mitgliedstaaten. Verbesserung erwartet man vom sogenannten „Neuen Rechtsrahmen", der 2014 zum Erlass der neuen „ATEX-Richtlinie" 2014/34/EU führte, die ab 2016 anzuwenden ist.

Neben dem Abbau von Handelshemmnissen durch den Binnenmarkt auf wirtschaftlichem Gebiet (dazu gehörte die ATEX-Richtlinie 94/9/EG mit ihren Sicherheitsanforderungen für „Handelsware"!) war es auch Ziel der Europäischen Union, für alle Mitgliedstaaten ein Mindestniveau in den sozialen Feldern zu erreichen.

Die einzelnen Staaten können – anders als bei den Regelungen für den Binnenmarkt – in ihren nationalen Anforderungen darüber hinausgehen, dürfen jedoch die in der EU festgelegten Grenzen nicht unterschreiten.

➔

1994
Eurotunnel unter dem Ärmelkanal wird eröffnet

1995
Microsoft veröffentlicht Windows 95

1994
Neue ATEX-Richtlinie 94/9/EG

1995
USA: Änderung des NEC 1996 durch Artikel 505 (Code Change)

1996
1. Sitzung des Management-Komitees von IECEx in London

Elfte Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (Explosionsschutzverordnung - 11. GSGV)

1994
ConSig: Befehls- und Meldegeräte

1995
Explosionsgeschützte Leistungsschalter

1996
EXICOM Terminals für den Ex-Bereich

1994

1995

1996

Dies gilt für den Explosionsschutz als Teil des Arbeitsschutzes in vollem Umfang. So wurde 1999 die Richtlinie 1999/92/EG über „Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können" („Betreiber"-ATEX) verabschiedet. Diese Richtlinie und der zugehörige Leitfaden der EU-Kommission tragen weitgehend Züge der eingangs erwähnten EX-RL der deutschen Berufsgenossenschaften. Eine der wichtigsten Regelungen darin ist die EU-einheitliche Definition der Zonen. Dabei wurde die in Normungskreisen schon länger diskutierte Einteilung der staubexplosionsgefährdeten Bereiche in 3 Zonen eingeführt. Dieses Modell hat IEC dann 2004 in die IEC 61241-10 übernommen.

In Deutschland wurde diese EU-Richtlinie mit der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und zum geringen Teil durch die Gefahrstoffverordnung (GefahrStV) in nationales Recht überführt. Damit ging letztlich auch ein Paradigmenwechsel einher: Während früher in Deutschland Beschaffenheitsanforderungen für die Ausrüstung und für die Anforderungen an das Betreiben von (elektrischen) Anlagen mit explosionsgefährdeten Bereichen in den gesetzlichen Regelungen miteinander verwoben waren, erfolgte jetzt eine strikte Trennung. Im Falle des Explosionsschutzes war die ExVO (Explosionsschutzverordnung) als Umsetzung der ATEX-Richtlinie 94/9/EG für die Ausrüstung maßgebend, für das Betreiben ab 2003 die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) mit der Gefahrstoffverordnung (GefahrStV). Im Zuge dieser Entwicklung wurde die Ablösung der bisherigen gesetzlichen Regelungen, wie der ElexV und der VbF notwendig.

In den gesetzlichen Regelungen ist die unmittelbare Bezugnahme auf Normen und Standards nicht mehr vorgesehen. Diese erhalten ihre Verbindlichkeit durch die EU-Kommission über eine mandatierte „Harmonisierung" bei den europäischen Normungsinstitutionen CEN und CENELEC.

Guter Explosionsschutz beruht auf richtiger Ausrüstung und Technik sowie auf richtigem Betreiben – keine neue Erkenntnis!. Die europäischen Richtlinien und ihre jeweiligen nationalen gesetzlichen Umsetzungen konnten den Explosionsschutz nicht „neu erfinden". Dennoch wurde etwas Neues bewirkt: Für alle Beteiligten wurde es erforderlich, sich mit Fragen des Explosionsschutzes intensiver auseinanderzusetzen.

- In der Vergangenheit vielleicht weniger beachtete Aspekte, z.B. des Staubexplosionschutzes, der Eignung nichtelektrischer Betriebsmittel im Explosionsschutz oder der elektrostatischen Zündquellen, wurden deutlicher gemacht.
- Eine nachvollziehbare Darstellung des verfolgten Explosionsschutz-Konzeptes und der entsprechenden ergriffenen Maßnahmen wurde für die Betreiber verpflichtend („Explosionsschutzdokument").

1997
Sonde Pathfinder
landet auf dem Mars

1997
EN 1127-1 wird von
CEN angenommen

1997
R. STAHL geht an die Börse

1997

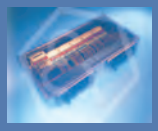
1998
Kameras und Kamera-
systeme für den Ex-Bereich

1998

1999
Einführung des Euro
als Buchgeld

1999
Europäische Richtlinie
1999/92/EG

1999
IS1 Remote I/O-Technik
von R. STAHL



1999

- Sogenannte „Ex-Anlagen" in ihrer Gesamtheit sind seither regelmäßigen Prüfungen durch bestimmte fachkundige Personen oder Institutionen unterworfen. Damit ging Deutschland über die europäischen Mindestanforderungen hinaus.
- Rollenverteilung und -verständnis bei Herstellern, Anwendern, Betreibern, Behörden und Prüfinstitutionen waren neu zu überdenken und zu definieren.

All dies hat ohne Frage dazu beigetragen, das Bewusstsein über Sicherheitsfragen nicht nur bei großen Unternehmen, sondern im Besonderen auch bei Klein- und Mittelunternehmen (KMU) zu stärken und den Explosionsschutz allgemein weiter zu verbessern.

SEIT 2006 TECHNISCHE REGELN FÜR BETRIEBSSICHERHEIT

Mit dem Inkrafttreten der BetrSichV wurde es notwendig, diese naturgemäß nicht ins Detail gehende Verordnung weiter zu konkretisieren und für die Praxis leichter anwendbar zu machen. Dies wurde und wird erreicht mit der Ausgabe von Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS). Für den Explosionsschutz enthalten die TRBS 2152 mit mehreren Teilen und die TRBS 2153 wichtige Regelungen.

Derzeit befindet sich die TRBS 2152 Teil 5 in der letzten Erarbeitungsphase. Mit dieser TRBS wird neueren Entwicklungen und Erkenntnissen für die Bewertung und den Einsatz von Prozessleittechnik im Explosionsschutz Rechnung getragen.

1965 – 2014 ZÜNDSCHUTZART EIGENSICHERHEIT – KONTINUIERLICHE ERWEITERUNG UND ANPASSUNG AN DEN TECHNISCHEN FORTSCHRITT DER ELEKTRONIK

Während viele Zündschutzarten, wie Druckfeste Kapselung, 1974 bereits als weitgehend erforscht galten und in der Normung nur geringfügige Anpassungen vorgenommen wurden, unterlag die Zündschutzart Eigensicherheit seit dem Beginn einem kontinuierlichen Veränderungsprozess, der nicht nur für die Hersteller oft eine Herausforderung darstellte.

Auch wenn schon vorher Geräte geprüft und bescheinigt wurden, die keine Explosionen durch Funken und heiße Komponenten auslösen konnten, wurde in Deutschland erst 1965 die Eigensicherheit als Zündschutzart genormt, eher als Leitfaden. Es gab nur die Zündschutzarten (Ex)i und (Sch)i, mit einfacher Fehlersicherheit und einem Sicherheitsfaktor.

Erst mit EN 50020 wurden 1977 die Kategorien „ia" und „ib" eingeführt, wobei eine Fußnote anmerkte, dass „ia" für die Zone 0 geeignet sei.

Ein für alle Beteiligten immer wieder herausforderndes Thema war und ist die maximal übertragbare Leistung mit eigensicheren Stromkreisen.

➔

2002
Einführung des Euro
als Bargeld

2002
Betriebssicherheits-
verordnung – BetrSichV

2000
Neubau der R. STAHL
Zentrale in Waldenburg

2001
125 Jahre R. STAHL

2002
Cage Clamp
erobert Ex-Bereich

2000 2001 2002/03

1997 – 2014 ATEX-NORMEN FÜR NICHTELEKTRISCHE GERÄTE, SCHUTZSYSTEME UND STOFFDATEN

Die Betreiber benötigten immer längere Leitungen für die Überwachung der großen Anlagen und die Versorgung möglichst vieler Verbraucher. Selbst für Beleuchtungszwecke wurde früh die Eigensicherheit als Zündschutzart eingesetzt.

Für die Anhebung der Leistungsgrenze gab es zwei Konzepte:

- Abschaltung des Versorgungsstromkreises, bevor der Unterbrechungs- oder Kurzschluss-Funke zündfähig wird. Dieser Ansatz wurde bereits 1975 von Halama bei der 2. IEE-Konferenz „Electrical Safety in Hazardous Environments" publiziert. Die Anwendung dieses Konzeptes wurde üblicherweise nur für die Kategorie „ib" zugelassen. Nach IEC 60079-11:2011 können für „ia" steuerbare Halbleiter als Sicherheits-Shunts oder in Serie zur Leistungsbegrenzung eingesetzt werden, nicht jedoch zur Strombegrenzung. Zusätzlich wird derzeit für ein ausgefeiltes Konzept dieser Art eine eigenständige Norm – IEC 60079-39 „Power-i" – entworfen.
- Versorgung mit hochfrequenten Stromkreisen, deren Zündgrenzwerte generell höher liegen als bei Gleichstrom. Untersuchungen der frequenzabhängigen Zündgrenzwerte fanden bereits vor 1981 bei der PTB statt und wurden nach 1982 bei der BVS fortgesetzt; entsprechende Grenzwerte wurden in die Norm VDE 0848 eingearbeitet. Danach befasste sich die PTB erneut schwerpunktmäßig mit dem Thema.

Vor allem dank der hochmotivierten und strategisch exzellent geführten Mitarbeiter im CEN-TC 305 und seiner Untergruppen wurde fast das gesamte in BG-Regeln, VDI-Richtlinien und Forschungsberichten niedergelegte sicherheitstechnische Know-how des nichtelektrischen Explosionsschutzes in CEN-Normen übergeführt. Den Beginn machte die EN 1127 mit den Grundlagen in 1997. Inzwischen listet das Amtsblatt der EU unter dem Kürzel CEN 63 Normen für die unterschiedlichsten Schutzkonzepte, Schutzsysteme und Stoffdatenbestimmung.

Die wichtigsten dieser CEN-Normen werden demnächst auch als ISO oder ISO/IEC-Normen mit weltweiter Anwendbarkeit publiziert und können dann Eingang ins IEC-Zertifizierungssystem finden. Dass auch ISO-Normen vom Unterkomitee 31M des IEC TC31 erarbeitet werden können, gewährleistet ein ganzheitliches Konzept der Explosionsschutz-Normung.

2004
SolConeX:
Neue Steckvorrichtungsreihe

2004

2005
NEC 2005 mit Artikel 506,
3 Staubzonen

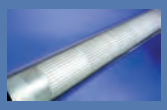
2005
Messing-Kabelverschraubung
8160

2005

2006
Erste Stadtbusse in Berlin
fahren mit Wasserstoff

2006
Technische Regeln
für Betriebssicherheit
TRBS 2152

2006
LED-Leuchte für den
Ex-Bereich



2006-08

1994 – 2014
ZWANZIG JAHRE IECEx-SYSTEM

Ein spezieller Aspekt des Technologietransfers ist zu sehen in einigen CEN-Normen, die nur für den Steinkohlenbergbau gelten: Das hier in Deutschland und Europa gesammelte umfassende Fachwissen zum Schlagwetterschutz unter Tage ist in diese Normen eingegangen und kann weitergeführt werden, auch wenn der Steinkohlenbergbau hier ein Auslaufmodell ist.

Auf der 5. IEE-Konferenz zum Explosionsschutz stellte Andy Owler in einem Vortrag das geplante IEC-Zertifizierungssystem für elektrische Geräte für explosionsgefährdete Bereiche vor. Die ersten Ideen hierzu entsprangen im Erfolg des europäischen Systems mit dem Ex im Sechseck, das weltweit das Logo für hochwertigen Explosionsschutz aus Europa geworden war.

So etwas wollte man auch global haben. Multinational aufgestellte Betreiber (z.B. aus der Chemie und Petrochemie) möchten die Anlagentechnik möglichst überall aus einem Guss einsetzen. Hersteller wollen nicht in jedem Exportland wieder eine separate Zulassungsprozedur über sich ergehen lassen.

Deswegen waren die Startbedingungen für das IEC-Ex-System (zunächst „IECEx-Schema", analog zum CB-Schema für Niederspannungsgeräte) gut, und es kann eine erfolgreiche Entwicklung erwartet werden.

Mittlerweile nehmen 31 Länder teil, mit insgesamt 45 Zertifizierungsstellen. Aufgrund rechtlicher Zusammenhänge können die Zertifikate in den einzelnen Ländern meist nicht unmittelbar als „Zulassung" gelten, sondern müssen noch von einer nationalen oder regionalen IECEx-Zertifizierungsstelle übernommen werden, aber an den einheitlichen sicherheitstechnischen Normen und Prüfungen ändert sich dadurch nichts.

Ein besonderes Gewicht verleiht den IECEx-Zertifikaten die Anerkennung des IECEx-Systems als Modell für die rechtliche Regelung des Explosionsschutzes durch die UNECE (United Nations Economic Commission for Europe). IECEx. „Noch kein Reisepass, doch ein Passierschein.", so bringt es der neue Chairman von IECEx, Thorsten Arnhold (R. STAHL) auf den Punkt.

➔

2010
Apple stellt das iPad vor – erster kommerziell erfolgreicher Tabletcomputer

2009
Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS 2153

2009
Innovative Feldbustechnik für den Ex-Bereich: Feldbusbarriere

2009

2010
Moderne LED-Technik: Hängeleuchten für Zone 1

2010

2011
Ex-Systemlösungen mit kompakter Gehäusetechnik: CUBEx

2011

EXPLOSIONSSCHUTZ IN NORDAMERIKA

Der Explosionsschutz hat sich in Nordamerika historisch und von den Normen her anders entwickelt als in Europa und den meisten anderen Ländern der Welt, vor allem bei der Installationstechnik und der Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche. Die Ex-Zeitschrift beschäftigte sich erstmals 1979 mit dem amerikanischen Explosionsschutz. Seitdem ist dies auch ständiges Thema der Ex-Zeitschrift geblieben.

Ein wichtiger Meilenstein in der Annäherung zwischen dem NEC (National Electrical Code®) der USA und den IEC-Normen im Explosionsschutz war eine Änderung des NEC im Jahr 1996: Der Artikel 505 wurde in den Standard NFPA 70 aufgenommen. Damit wurden die Einteilung der gasexplosionsgefährdeten Bereiche und die Festlegung von Anforderungen an Betriebsmittel nach dem Zonenmodell und eine Zulassung nach IEC-adaptierter US-Norm (AEx) möglich. Bis dahin gab es anstelle der Zoneneinteilung nur die Einteilung in Class und Division.

Die Übernahme der drei Staubzonen in den NEC folgte mit der Ausgabe 2005.

In Kanada ist mittlerweile die Annäherung an IEC viel weiter vorangeschritten als in den USA. Die meisten Anlagen werden in Kanada jetzt nach dem Zonenmodell klassifiziert, und Kabelinstallation anstelle der Verlegung von Leitungen in Metallrohren (Conduits) ist bei Neuanlagen sehr verbreitet.

Durch die zunehmende Internationalisierung der Anwenderindustrie und der Hersteller explosionsgeschützter Produkte liegt eine Harmonisierung der Standards im Interesse der meisten beteiligten Kreise. Einige traditionelle amerikanische Hersteller für explosionsgeschützte Produkte sehen hier aber auch eine Gefahr für ihre zukünftigen Umsätze.

Führende Hersteller haben heute Produkte im Programm, die sowohl in den USA und in Kanada, als auch im Rest der Welt eingesetzt werden können, also global einsetzbare Produkte. Dies erfordert heute immer noch eine Mehrfachzertifizierung, aber es gibt den international agierenden Anlagenbauern und Apparatebauern die Möglichkeit, dieselbe technische Grundkonstruktion weltweit anzubieten ohne große nationale Modifikationen.

Dass diese Harmonisierung weitergeht, zeigen die Mitwirkung der nordamerikanischen Experten und Institutionen in der IEC-Normung, am IECEx-System und auch die neuesten Entwicklungen hinsichtlich der Akzeptanz von IEC-Technik im Bereich der Öl- und Gasförderung im Off- und Onshore-Bereich, in dem entsprechenden Beitrag in dieser Ausgabe der Ex-Zeitschrift ausführlich dargestellt.

2012
Funkschnittstelle für den Ex-Bereich: Wireless Hart Gateway

2013
Mobile explosionsgeschützte Stromverteilungen nach IEC und NEC

2014
Nobelpreis für die Erfindung der blauen LED an Japaner

2014
Neue ATEX-Richtlinie: RL 2014/34/EU

2014
40 Jahre Ex-Zeitschrift

2012 2013 2014

2014 BIS 20..
WELTWEITE HARMONISIERUNG IM EXPLOSIONSSCHUTZ

Eigentlich gibt es nur noch zwei Felder, die einer weltweiten Harmonisierung des Explosionsschutzes im Wege stehen. Erstens die Andersartigkeit der nordamerikanischen Normen, besonders in den USA, und zweitens die nationalen und regionalen Rechtsnormen für den formalen Nachweis der Konformität der Produkte. Die Lösung des NEC/IEC Problems kann nur über die schrittweise Angleichung der Normen erfolgen. Dies wird viele Jahre brauchen. Die Lösung des Konformitätsnachweisverfahrens bedarf der Gesetzesänderung der jeweiligen Legislativen in den Ländern und Regionen. In Europa geht das nur über die EU-Kommission. Der Weg, das IEC-System durchgängig weltweit anwendbar zu machen, ist daher noch langwierig, aber es lohnt sich, ihn weiter zu gehen und die beiden Hauptproblemfelder stetig zu bearbeiten, von allen Seiten aus, den Normungsorganisationen, der Legislative, der WTO, der UN und der EU, ….

Die hier gegebene Darstellung der Geschichte von 40 Jahren Explosionsschutz erhebt keinesfalls Anspruch auf Vollständigkeit. Gleichwohl wurde versucht, wesentliche Entwicklungspunkte aufzuzeigen, und alle genannten Entwicklungen haben aus unterschiedlichsten Gesichtspunkten Berücksichtigung gefunden in den Beiträgen und Fachaufsätzen der Ex-Zeitschrift – vielfach ergänzt in Themen der regelmäßig über die Jahrzehnte veranstalteten „Ex-Foren" von R. STAHL.

Wir wünschen der Ex-Zeitschrift, dass sie auch die nächsten 40 Jahre DAS Fachmedium im Explosionsschutz und das Sprachrohr für Experten aus allen beteiligten Bereichen sein wird. Die Harmonisierung der Regelungen und das Erreichen eines gleichmäßig hohen Sicherheitsniveaus weltweit ist ein wichtiges Anliegen. Wir hoffen, dass es keine weiteren 40 Jahre braucht, um dieses Ziel zu erreichen.

Kompetenz und Erfahrung, aber auch die Einsicht, wo Grenzen der Sachkenntnis vorhanden sind, sind wichtig für die Erhaltung eines hohen Sicherheitsniveaus und die Vermeidung schwerer Explosionsunglücke.

Die kontinuierliche Weitergabe und Auffrischung vorhandenen und neu gewonnenen Fachwissens sind Garant für den Erhalt und die Verbesserung des Sicherheitsniveaus.

Hieran mitzuarbeiten sind alle Beteiligten weiterhin aufgerufen.

AUTOREN
DR.-ING. WOLF DILL
[DILL ATEX CONSULTING, SELM-CAPPENBERG],
DR. RER. NAT. HELMUT SCHACKE
[DHS UNTERNEHMENSBERATUNG, ANLAGENSICHERHEIT UND EXPLOSIONSSCHUTZ, ODENTHAL]
DR.-ING. PETER VÖLKER
[REFERENT, BERATER UND AUFSICHTSRAT/BEIRAT, ÖHRINGEN]

MODERNISIERUNG EINER VOLL-EX AUFZUGSANLAGE IN EINER RAFFINERIE

VON REINHARD STAUFNER UND TOBIAS POPP

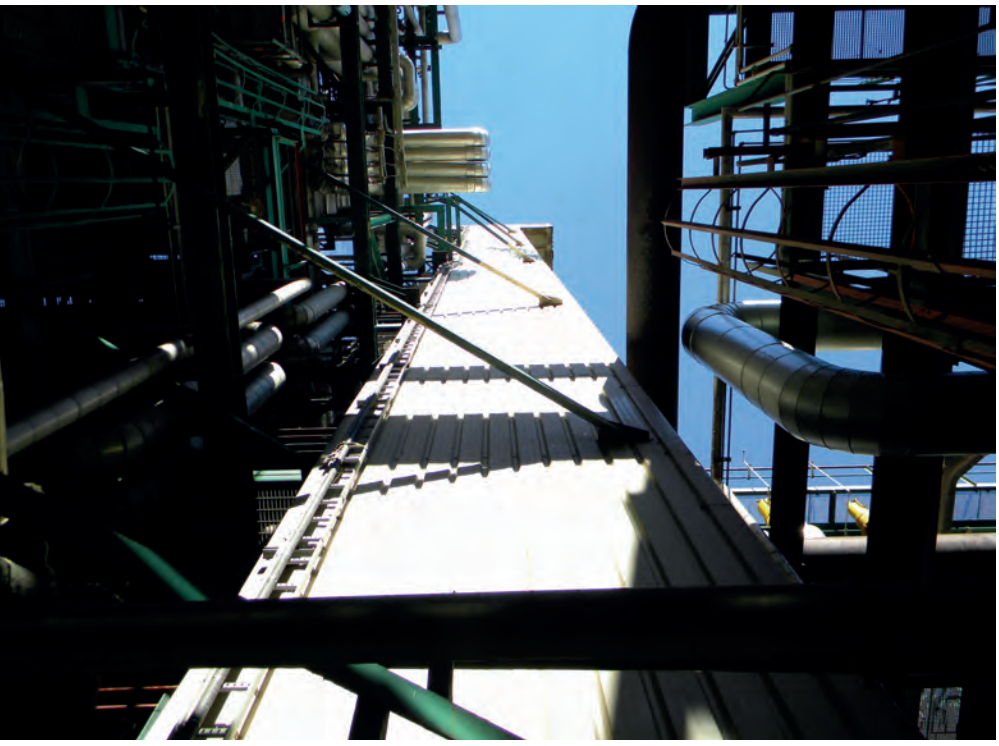


BILD 1
Aufzugsanlage von außen

Die ThyssenKrupp Aufzugswerke GmbH hat ihren Sitz in Neuhausen auf den Fildern (in der Nähe des Stuttgarter Flughafens). Das Aufzugswerk Neuhausen ist nicht nur das einzige mit durchgehender Fertigung aller Komponenten in Deutschland – es ist mit mehr als 1.000 Mitarbeitern und einer Produktionsfläche von 48.000 qm zugleich auch das größte dieser Art in Europa.

Hier werden Kompetenzen in den Bereichen Engineering und Fertigung von Aufzugs-Systemen und Komponenten gebündelt, Innovationen entwickelt und getestet und bestehende Bauteile stetig optimiert. Und das alles anhand modernster Methoden und in flexiblen Segmenten sogar mit einer Fertigungstiefe von bis zu 80 %. Bei einer Produktionskapazität von mehr als 3.500 Aufzugssystemen pro Jahr, über 17.500 Antrieben und mehr als 30.000 Aufzugstüren wird eine Exportquote von 70 % in alle Kontinente der Welt erreicht. Zur Kernkompetenz des Unternehmens gehören unter anderem die Steuerungen und Antriebe. Gemeinsam mit den jeweiligen Ländergesellschaften der ThyssenKrupp Elevator AG werden hier Lösungen für weltweite Aufzugsprojekte entwickelt und realisiert.

ThyssenKrupp Liften Ascenseurs n.v.-s.a. in Belgien, mit über 300 Mitarbeitern und ca. 10.500 Aufzugsanlagen im Wartungsbestand, gehört zur Business Unit CENE (Central/Eastern/Northern/Europe), die wiederum ein Tochterunternehmen der ThyssenKrupp Elevator AG ist.

DER AUFTRAG TOTAL RAFFINADERIJ ANTWERPEN

Ob nun im Wohnbaugebiet oder in der Industrie, Aufzugssysteme finden überall Einsatz. So auch in einer Raffinerie in Belgien. Die Firma Total Raffinaderij Antwerpen hat einen Aufzug im Einsatz, der 1989 das erste Mal in Betrieb genommen wurde. Der Personenaufzug mit einer Nennlast von 1.050 kg, fünf Haltestellen und einer Förderhöhe von 36,02 m erwies erste Alterserscheinungen, sodass der Bedarf einer Modernisierung von dem Endkunden Total Raffinaderij Antwerpen an ThyssenKrupp Liften Ascenseurs n.v.-s.a. gemeldet wurde.

In enger Zusammenarbeit mit dem ThyssenKrupp Aufzugswerk in Neuhausen wurde ein Konzept erstellt, welches dem geforderten Explosionsschutz entsprach. Nach intensiven Gesprächen zwischen ThyssenKrupp Liften Ascenseurs n.v.-s.a., ThyssenKrupp Aufzugswerke, R. STAHL und der Raffinerie Total bestellte die Total Raffinaderij Antwerpen ein Lösungspaket, das im Wesentlichen aus Steuerungs-, Antriebs- und Türentechnik bestand. Bei der angefragten Modernisierung handelte es sich um einen Aufzug in einem explosionsgefährdeten Bereich mit einem sehr kleinen und engen Triebwerksraum über dem Aufzugsschacht. Die folgende Abbildung zeigt den Triebwerksraum in seinem Urzustand und damit verbunden, die Herausforderungen an diesem Projekt.

BILD 2A zeigt den veralteten Türantrieb, das **BILD 2B** die Bedien- und Anzeigeelemente und **BILD 2C** den Triebwerksraum von innen, im speziellen die Anlagensteuerung.

Die komplette Anlage befindet sich in Zone 2 nach ATEX. Die Zone 2 ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder nur kurzzeitig auftritt. Diese Gegebenheit musste bereits bei der Angebots- und insbesondere in der Konstruktionsphase beachtet werden. Dabei sollte im Detail aufgrund der in die Jahre gekommenen Baugruppen Folgendes modernisiert werden:

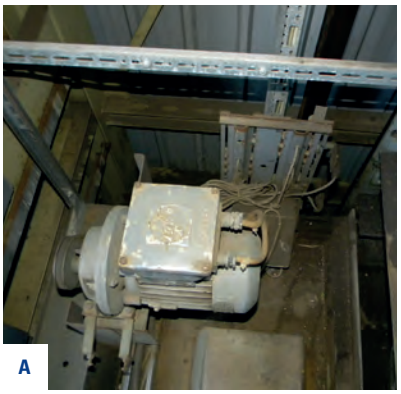
- die Aufzugssteuerung
- die Bedien- und Anzeigeelemente in der Aufzugskabine
- die Bedien- und Anzeigeelemente an den Zugängen
- der Antrieb
- die Fahrkorbtüre
- die Schachttüren

Um nicht nur der Explosionssicherheit gerecht zu werden, sondern auch den extrem engen Platzverhältnisse im Triebwerksraum, wurden verschiedene Lösungen und deren technische Umsetzung zwischen ThyssenKrupp Aufzugswerke, dem Endkunden Total Raffinaderij Antwerpen und R. STAHL diskutiert.

Denkbare Lösungsansätze, die das Team eruierte, waren die Vergrößerung des Triebwerkraums mittels einer Stahlträgerkonstruktion, Umkonstruktion der vorhandenen Ex de Steuerung oder ein neuer Steuerungsraum in Containerbauweise aus Stahlstützen in ca. zehn Meter Höhe über dem Straßenniveau.

Nach Abwägung aller Vor- und Nachteile verschiedener Ex-Steuerungskonzepte und den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen des Betreibers haben sich die Parteien final auf eine elektrotechnische Umsetzung mittels Ex pz (Überdruckkapselung) vereinbart. Hierbei wurde der Last- und Automatisierungsteil über zwei Steuerschränke (R. STAHL Serie 8625) realisiert. Da insbesondere der Frequenzumrichter mit Rückspeiseeinheit (ThyssenKrupp CPI50R), bedingt durch die erforderliche Antriebsleistung von 11 kW, eine aktive Erwärmung des Schaltschrankes verursacht, wurden hier zusätzlich zwei zugelassene Klimageräte installiert. Die Schränke werden im Betrieb durch eine Ex de Freigabebaugruppe (R. STAHL Serie 8265) mit Strom versorgt und sind funktional miteinander verkettet. Für Notlicht und Sprechverbindung hat ein Ex de USV-System (unterbrechungsfreie Stromversorgung) von R. STAHL das Steuerungspaket komplettiert.

➔



A

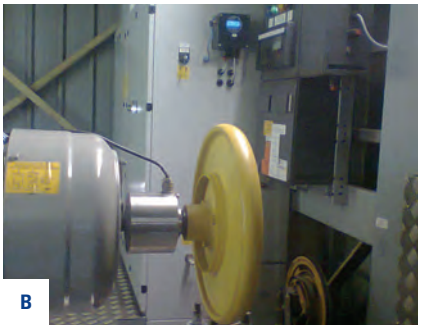
B

C

BILD 2
Aufzuganlage in seinem Urzustand (Total)

BILD 3
Aufbau und Detailansichten nach der Modernisierung

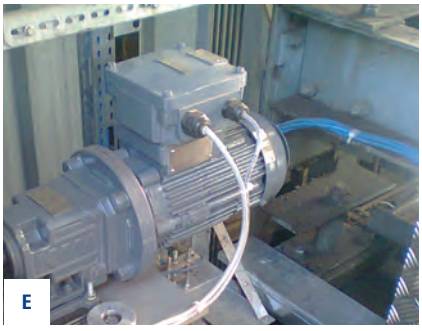
A



B

C

D



E

Diese Lösungsvariante wurde erstmalig in der Modernisierung von ThyssenKrupp Aufzugswerke umgesetzt. Des Weiteren wurde die Kupplung des alten Getriebes angepasst und ein neuer Ex-Motor des Fabrikats Siemens an das vorhandene Getriebe angebaut.

Außerhalb des Triebwerksraumes wurden erneuert :

- 5 Schachttüren des Typs T3S1 in Ex- Ausführung mittels eins-zu-eins Ersatz
- 1 Fahrkorbtür des Typs T3K1 in Ex Ausführung
- Türrahmen der Fahrkorbtür, Türblätter und Portal in Edelstahl, Korn 220.

Außerdem wurde ein Fahrkorbtürrahmen konstruiert, um die neue Fahrkorbtür T3K1 an den alten vorhandenen Fahrkorb anbauen zu können. An diesem Türrahmen wurde der Ex-Türantrieb höher gesetzt und in Sonderausführung angebaut.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Aufzugsanlage bei dem Endkunden Total Raffinaderij Antwerpen nach der Modernisierung. **BILD 3A** zeigt den unveränderten Triebwerksraum von außen, **BILD 3B** den Motor in Ex-Ausführung, **BILD 3C** eine neue Bedienstation, **BILD 3D** einen der neuen Ex pz Steuerungsschränke und das **BILD 3E** den Türantrieb.

ThyssenKrupp Aufzugswerke ist Kompetenzträger in der Aufzugssteuerung und Antrieben von Aufzügen. Lösungen in der Aufzugsmodernisierung sind in den meisten Fällen kundenangepasste Lösungen, welche im engen Dialog mit dem Kunden und Zulieferer realisiert werden. Durch die jahrelange Zusammenarbeit von ThyssenKrupp Aufzugswerke und R.STAHL konnte auch in diesem Projekt eine optimale Umsetzung für den Endkunden entwickelt werden. Wir möchten, dass unsere Kunden mit uns gut und sicher fahren.

AUTOREN
TOBIAS POPP
[LEITER APPLIKATIONSLÖSUNGEN,
R. STAHL SCHALTGERÄTE GMBH, WALDENBURG],
REINHARD STAUFNER
[KONSTRUKTION ELEKTROTECHNIK,
THYSSENKRUPP AUFZUGSWERKE, NEUHAUSEN AUF DEN FILDERN]

DIE ZWEITE REGIONALE IECEX-KONFERENZ 2014 IN KUALA LUMPUR/MALAYSIA

VON THORSTEN ARNHOLD

BILD 1
IECEx-Konferenz 2014 in Kuala Lumpur/Malaysia

Am 19. und 20. Februar 2014 fand die zweite regionale Konferenz des IECEx-Systems im Convention Centre der malaysischen Hauptstadt Kuala Lumpur statt.

Mit über 250 Teilnehmern aus mehr als 20 Ländern, vorwiegend aus Südostasien, konnte diese Veranstaltung nahtlos an den großen Erfolg der ersten Konferenz 2012 in Dubai anschließen.

Der sehr große Stellenwert, den das IECEx-System in dieser aufstrebenden Region besitzt, wurde durch die Tatsache unterstrichen, dass der stellvertretende Minister für Wissenschaft, Technologie und Innovation, Dr. Abu Bakar Bin Mohamad Diah, die Teilnehmer, Organisatoren und Referenten persönlich begrüßte. In einer sehr kurzweiligen Rede wies der ranghohe Politiker auf die große Bedeutung der Prozessindustrie für Malaysia hin. Insbesondere die Förderung und Verarbeitung von Erdöl und Erdgas durch den Großkonzern Petronas spielt eine überragende Rolle für die Wirtschaft des Landes. Da man auch dem Arbeits- und Gesundheitsschutz eine hohe Bedeutung zumisst, besteht großes Interesse für die IEC-Normung auf dem Gebiet des Explosionsschutzes und für das IECEx-System.

➔

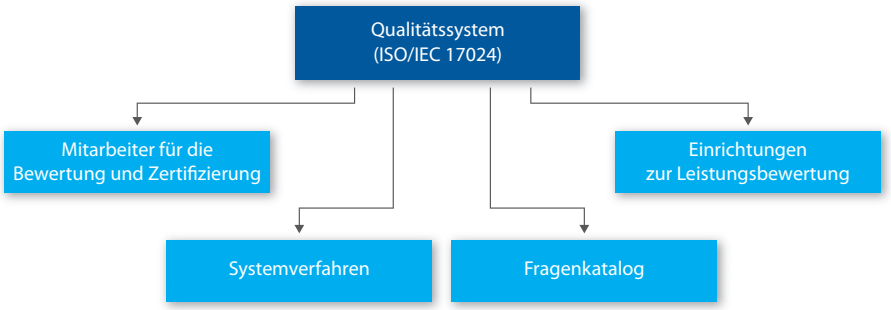


BILD 2
Übersicht über das IECEx-System

Diese Aussage wurde auch in der einführenden Rede von Mohamad Faudzi Mohd. Yasir, Vorsitzender des National Commitees von IECEx, unterstrichen.
Die malaysische Regierung hat sich zum Ziel gesetzt, die nationale Wirtschaft für den internationalen Wettbewerb zu rüsten und dabei auf technologisch anspruchsvolle Themen und auf eine Stärkung der Innovationskraft zu setzen. Malaysia soll sich in den kommenden Jahren zu einer führenden Wirtschaftsmacht in der Region entwickeln. Dadurch verspricht man sich eine deutliche Anhebung des allgemeinen Wohlstandes im Land.

Durch die Übernahme von internationalen Standards und durch eine aktive Teilnahme an deren Gestaltung will man einerseits das gewachsene Sicherheitsbedürfnis der Bevölkerung befriedigen und andererseits die Teilnahme einheimischer Unternehmen am internationalen Wettbewerb ermöglichen.

Für explosionsgefährdete Bereiche hat man sich dabei eindeutig für die direkte nationale Umsetzung der IEC Standards der Reihe 60079 bzw. 80079 entschieden und setzt bei der Konformitätsbewertung auf das IECEx-System. Von letzterem verspricht man sich unter anderem:

- Geringere Kosten für Prüfungen und Zertifizierung auf Seiten der Hersteller,
- Verkürzte Produktentwicklungszeiten,
- Eine internationale Anerkennung und eine Vergleichbarkeit des Konformitätsbewertungsprozesses,
- Eine einfache und sichere Verfügbarkeit der Zertifikate über die IECEx-Online-Datenbank sowie
- ein weltweit wirkendes Vertrauen in die zertifizierten Produkte und Dienstleistungen.

So wie es die Statuten von IECEx vorsehen, wurde zur nationalen Umsetzung der IECEx Strukturen im April 2009 ein nationales Komitee (Management Committee for IECEx Scheme Accreditation – ExMC) gegründet und vom malaysischen nationalen IEC Committee anerkannt. In diesem Komitee sind alle betroffenen Parteien und Organisationen vertreten (z.B. Arbeitsschutzministerium, Feuerwehr – und Katastrophenschutz, Marineministerium, Prüfstellen, Industrieverbände u.a.).

Für die kommenden Jahre hat man sich zum Ziel gesetzt, sämtliche explosionsgefährdeten Bereiche im Land in volle Übereinstimmung mit den einschlägigen Standards, in Malaysisches Recht zu bringen und somit Malaysia in ein „Centre of Excellence in the Ex Field" zu verwandeln.

Diesem Anspruch entsprechend groß war das Interesse der Konferenzteilnehmer für die folgenden Vorträge der internationalen Referenten.

Zunächst gab der neugewählte IECEx Chairman, Prof. Thorsten Arnhold, einen Überblick über das gesamte Konformitätsbewertungssystem. Er führte aus, dass zur Gewährleistung der Sicherheit eines technischen Produktes der komplette Lebenszyklus betrachtet werden muss. Natürlich trifft diese Aussage ganz besonders auf so sicherheitskritische Anwendungsfälle wie den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen zu. Es reicht nicht aus, lediglich die Entwicklung und Produktion eines Neuproduktes zu betrachten und dessen Eignung und Sicherheit durch Tests an Prototypen nachzuweisen. Wichtig sind darüber hinaus die fachgerechte Auswahl geeigneter Produkte, die korrekte Installation und eine umfassende Prüfung der installierten Produkte vor der ersten Inbetriebnahme. Läuft die Anlage, wirken vom ersten Tag an mehr oder weniger harte Umgebungs- und Betriebsbedingungen auf die installierten Betriebsmittel ein und führen zum Verschleiß. Zur Gewährleistung eines ausreichend hohen Sicherheitsniveaus muss daher regelmäßig geprüft und gewartet werden, und falls Reparaturen erforderlich sind, diese fachgerecht auszuführen.

Zahlreiche Untersuchungen von Explosionsunglücken haben ans Licht gebracht, dass die ausreichende Kompetenz aller Beschäftigten ein entscheidender Faktor zur Gewährleitung eines hohen Sicherheitsniveaus in explosionsgefährdeten Anlagen ist.

Während sich alle bisherigen nationalen und regionalen Zertifizierungssysteme für explosionsgeschützte Betriebsmittel lediglich mit dem Neuprodukt beschäftigten, deckt das IECEx-System nach seiner letzten Erweiterung im vergangenen Jahr den kompletten Lebenszyklus ab (**BILD 2**). Zu dem seit vielen Jahren bewährten Certified Equipment Scheme kamen in den vergangenen 6 Jahren weitere Zertifizierungsschemas für Reparaturwerkstätten und für die Fachkompetenz von in Ex-Bereichen beschäftigten Personen hinzu. Seit 2013 bietet IECEx auch die Zertifizierung von Dienstleistern an und zwar für:

- Geräteauswahl und Projektierung,
- Installation und Erstprüfung der Anlagen sowie für die
- Prüfung und Wartung während des Betriebs der Anlage.

Basisnormen für diese Zertifizierungen sind die IEC 60079 Teil 14, Teil 17 und Teil 19.

Abschließend wird gegenwärtig an einem Zertifizierungsschema für Dienstleister gearbeitet, die auf Basis von IEC 60079 Teil 10 eine Zoneneinteilung vornehmen.

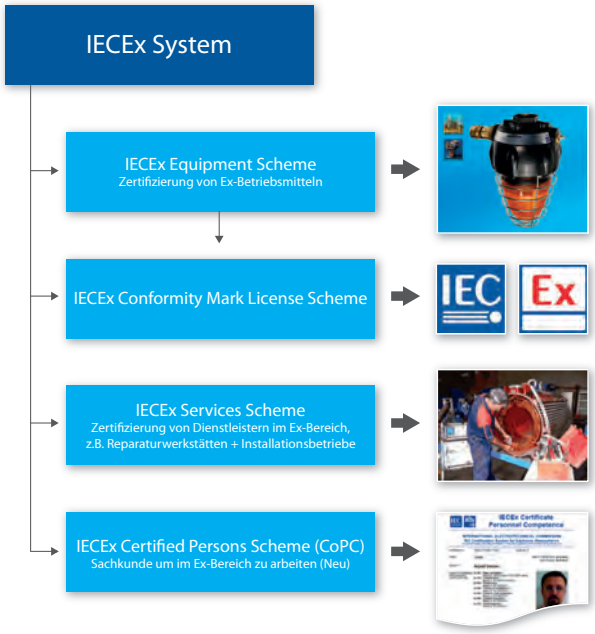


BILD 3
Bereiche des IECEx Systems, die von SIRIM wahrgenommen werden

Mit dieser umfassenden Betrachtung des gesamten Lebenszyklus und der großen internationalen Verbreitung (31 Länder sind bereits Mitglieder des Systems und erkennen die Test Report bei der Ausstellung nationaler Zertifikate gegenseitig an) verfügt das IECEx-System über zwei beachtliche Alleinstellungsmerkmale in der internationalen Zertifizierungslandschaft.

Ein weiteres Alleinstellungsmerkmal wurde anschließend von Mark Amos, einem Mitarbeiter des IECEx Sekretariates in Sydney, erläutert: die Online-Datenbank für sämtliche gültigen Zertifikate und Lizenzen. Mit dieser Datenbank, die über die IECEx-Homepage (www.iecex.com) frei verfügbar ist, ist die Suche nach

- Zugelassenen Prüfstellen (Certification Bodies) und Test Laboratorien
- Herstellern von zugelassenen Ex-Betriebsmitteln
- Zertifizierten kompetenten Fachkräften für Arbeiten in Ex-Bereichen
- sowie nach geeigneten zertifizierten Dienstleistungsanbietern

sehr einfach.

Weiterhin bieten sich dem Nutzer die Möglichkeiten:

- die Kennzeichnung von Ex-Betriebsmitteln schnell und einfach zu überprüfen
- Einsicht in die Details von Zertifikaten zu nehmen
- die Qualifikation von Fachkräften zu erkennen sowie
- Installationsanforderungen von Ex-Betriebsmitteln zu erfahren.

Die Such- und Auswahlmöglichkeiten sind dabei sehr vielfältig. So ist es möglich, Zertifikate nach dem Jahr der Ausstellung, der Zertifikatsnummer, dem Zertifikatsträger (Hersteller, kompetente Person oder Dienstleister), dessen Firmensitz, nach Ländern, angewandten Normen, Prüfstellen und verschiedenen Kombinationen aus den genannten Kriterien zu suchen. Damit liegt ein wirklich transparentes System vor, welches als ein sehr wirksames Instrument zur Schaffung von Sicherheit und Vertrauen angesehen werden kann.

Die Vermeidung des Auftauchens von fehlerhaften Zertifikaten oder gar Fälschungen wird naturgemäß sehr groß geschrieben. So kann jeder Nutzer sicher sein, dass ein Zertifikat, welches nicht in der Datenbank erscheint, nicht gültig ist. Die Online-Version muss immer als der gültige Master betrachtet werden und Papierkopien sind lediglich unkontrollierte Dokumente.
Um den Zugriff auf die Datenbank weiter zu erleichtern und die Flexibilität der Nutzer zu gewährleisten, gibt es seit 2013 einen mobilen App zum freien Download.

Mr. Basori HJ Selamat erläuterte in seinem Vortrag wie sein malaysisches Prüfinstitut SIRIM QAS International das IECEx-System zur Zertifizierung von kompetenten Personen umgesetzt hat. Zuvor war von verschiedenen Betreibervertretern die Wichtigkeit des umfassenden Aufbaus von Fachwissen über Explosionsschutz in Malaysia bereits angesprochen worden.

Die malaysische Prüfstelle SIRIM entstand 1975 durch den Zusammenschluss des Standard Institute of Malaysia (SIM) mit dem National Institute for Scientific and Industrial Research (NISIR).

Seit 1996 ist die Organisation im Besitz der malaysischen Regierung und wird vom Finanzministerium verwaltet.

➔

POSITION	VORGESCHLAGENE UNIT OF COMPETENCE	
Plant Manager	Unit Ex 001	Grundsätzliche Schutzprinzipien in explosionsgefährdeter Atmosphäre
Safety Manager	Unit Ex 001	Grundsätzliche Schutzprinzipien in explosionsgefährdeter Atmosphäre
	Unit Ex 002	Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche
Site Supervisor (Elec. or Inst.)	Unit Ex 001	Grundsätzliche Schutzprinzipien in explosionsgefährdeter Atmosphäre
	Unit Ex 003	Errichten von explosionsgeschützten Betriebsmitteln und Verdrahtungssystemen
	Unix Ex 004	Wartung von Betriebsmitteln in explosionsgefährdeter Atmosphäre
	Unit Ex 008	Durchführung von Detailprüfungen
Technician (Elec. or Inst.)	Unit Ex 001	Grundsätzliche Schutzprinzipien in explosionsgefährdeter Atmosphäre
	Unit Ex 003	Errichten von explosionsgeschützten Betriebsmitteln und Verdrahtungssystemen
	Unit Ex 004	Wartung von Betriebsmitteln in explosionsgefährdeter Atmosphäre
	Unit Ex 007	Durchführung von Sicht- und Nahprüfungen

TABELLE 1
Zertifizierung von Fachkompetenz: Funktion und Kompetenz-Units

Die Tochterorganisation SIRIM QAS International bietet seit 1970 Zertifizierungs- und Prüfdienstleistungen an. Dazu beschäftigt man mehr als 700 Mitarbeiter und hat mehr als 9.000 Zertifikate erteilt. Die Tätigkeit beschränkt sich nicht nur auf den lokalen Markt, sondern umfasst auch Kunden in ganz Asien, Australien und Europa.

Seit März 2011 ist SIRIM QAS International als Zertifizierungsorganisation für IECEx 03 – IECEx Certified Service Facility Scheme akkreditiert und seit Juni 2013 verfügt man über eine Anerkennung IECEx 05 – IECEx Certification of Personnel Competencies (CoPC) Scheme.

BILD 3 enthält eine Übersicht über die Eckpunkte des Zertifizierungssystems für Fachkompetenz im Explosionsschutz bei SIRIM.

Die Leitlinie für das Qualitätssystem bildet die ISO/IEC 17024: Konformitätsbewertung – Allgemeine Anforderungen an Stellen, die Personen zertifizieren. Als weitere wichtige Voraussetzungen mussten die Verfahren der Personalzertifizierung entwickelt und dokumentiert werden. Die Prüfer wurden ausgewählt und qualifiziert und eine Datenbank mit Prüfungsfragen musste angelegt werden. Schließlich wurden auch Arbeitsplätze für die Prüfung der praktischen Kenntnisse der Kandidaten aufgebaut. Neben der bereits erwähnten ISO/IEC 17024 kamen die Vorgaben für die richtige Umsetzung aus den einschlägigen IECEx- Dokumenten IECEx 05, sowie OD 501 bis OD504.

Mit der Zertifizierung von kompetenten Fachkräften für Aufgaben in explosionsgefährdeten Bereichen wurde im Dezember 2013 nach einer mehrmonatigen Vorbereitungszeit begonnen.

Das Verfahren der Zulassung, Prüfung und Zertifizierung dauert etwa zwei Monate: Nachdem der Kandidat seine Bewerbung und die persönlichen schriftlichen Qualifikations- und Erfahrungsnachweise abgegeben hat, erfolgt die Prüfung dieser Unterlagen. Geht diese Prüfung positiv aus, kommt es zur Überprüfung der Kenntnisse und Kompetenzen in schriftlicher Form. Dem schließt sich eine Durchführung praktischer Prüfungsaufgaben an. Das gesamte Verfahren kann an mehreren Terminen innerhalb von ca. zwei Wochen stattfinden.

Das Prüfungsergebnis wird anschließend nochmals von einem unabhängigen Experten gegengeprüft, und falls auch dieser Schritt positiv ausgeht, wird das Zertifikat durch das IECEx-Sekretariat online ausgestellt.

Der Start des neuen Zertifizierungsschemas kann für die Prüfstelle als erfolgreich, für die Prüflinge als durchwachsen bezeichnet werden: In den ersten Monaten wurden 64 Personen geprüft (überwiegend für Ex-Unit 001). Davon bestanden 18 Personen (entspricht 28%) die Prüfung nicht! Dies kann als Indikator für die Notwendigkeit eines solchen Bewertungsschemas gewertet werden. Schließlich handelte es sich auch bei den erfolglosen Personen um Fachkräfte, die bisher in Ex-Bereichen gearbeitet haben und dort ohne ausreichendes Fachwissen für die Sicherheit mitverantwortlich waren! Ein guter Anhaltspunkt ist die vorgestellte Klassifizierung der empfohlenen Kompetenzen in Abhängigkeit von der Funktion in der Anlage (**TABELLE 1**).

Zusammenfassend wurde die Bedeutung des CoPC-Schemes auf folgende wesentlichen Aspekte bezogen:

- Es liefert Betreibern einen unabhängigen und fundierten Nachweis, dass die zertifizierten Personen über das Wissen und die Fähigkeiten verfügen, die einschlägigen IEC-Standards richtig anzuwenden und die sicherheitskritischen Aufgaben in Ex-Bereichen richtig auszuführen
- Es hilft den Betreibern das Sicherheitsbewusstsein unter den Beschäftigten, Lieferanten und externen Dienstleistern zu stärken und
- Es unterstützt den Erhalt der Sicherheitsfaktoren der kompletten installierten Technik in Ex-Bereichen, da das erforderliche Verständnis und die notwendigen Kompetenzen beim Bedien- und Wartungspersonal vorhanden sind.

Über das IECEx Certified Service Facility Scheme sprach John S. Allen. Er ist seit vielen Jahren für ein großes Reparaturunternehmen in Großbritannien tätig und darüber hinaus seit langem ein aktives Mitglied bei IECEx. Seit 2013 leitet er das IECEx Komitee für die Zertifizierung von Kompetenten Personen (ExPCC).

Auch er ging in seiner Rede zunächst auf die Notwendigkeit eines qualifizierten und unabhängigen Nachweises dafür ein, dass Reparaturbetriebe Ex-Betriebsmittel fachgerecht warten und sich dabei an der IEC 60079 Teil 19 orientieren.

In dieser Norm wird zunächst eindeutig ausgesagt, dass der Betreiber eines explosionsgeschützten Betriebsmittels für die Auswahl eines geeigneten Reparaturbetriebes verantwortlich ist. Jeder Verantwortliche auf Seiten der Betreiber muss sich daher zunächst die Frage stellen, ob er überhaupt in der Lage ist, einen geeigneten Dienstleister richtig auszuwählen oder ob er über die notwendige Ausstattung mit Fachkräften, Reparatur- und Prüftechnik, Dokumentation etc. verfügt, um solche Reparaturen selbst auszuführen.

Auf Seiten der Reparaturwerkstätten besteht die Aufgabe, nachzuweisen und zu demonstrieren, dass man tatsächlich in der Lage ist, Reparaturen so auszuführen, dass die Betriebsmittel nach der Reparatur die entsprechenden Anforderungen der Zündschutzartnormen erfüllen. Dazu benötigt man auch die oben genannten Voraussetzungen.

Nun könnte man die gesamte Problematik ja auch mit dem Hinweis abtun, im Zweifelsfall gar nicht zu reparieren und fehlerhafte Produkte gleich durch Neuprodukte zu ersetzen, oder die Reparatur durch den Hersteller ausführen zu lassen. Von wirtschaftlicher Seite betrachtet, lohnt sich ersteres bei teuren, kundenspezifisch angefertigten Produkten wie Motoren, Transformatoren, Steuerungen, Pumpen und Kompressoren aber nur selten. Der Weg zur Reparatur beim Hersteller ist häufig auch nicht möglich, denn viele Hersteller sind gar nicht auf derartige Reparaturabläufe eingestellt, sie haben keine Reparaturorganisation in ihrer Wertschöpfung vorgesehen. Häufig sind die Hersteller auch räumlich viel zu weit entfernt, als dass sich ein teurer Hin- und Rücktransport der defekten Betriebsmittel lohnen würde.

Also bleibt doch oft nur die Alternative, einen unabhängigen Reparaturbetrieb vor Ort zu beauftragen. Hier setzt nun das IECEx Certification Scheme für Dienstleister (Service Facilities) an.

Als Grundlage für die Zertifizierung von Reparaturwerkstätten gibt es einen Satz von gültigen IECEx Dokumenten:

- IECEx 01
  IECEx Basic Rules
- IECEx 03-05
  IECEx Certified Service Facility Scheme Rules W– Repair
- OD 313-5
  Certified Service Facility Assessment Procedures – Repair
- OD 314-5
  Quality Management system Requirements – Repair
- OD 315-5
  IECEx Service Facility Scheme Additional Requirements – Repair

Zertifizierte Reparaturbetriebe müssen über folgende Voraussetzungen verfügen:

- Dokumentierte Qualitätsmanagementsysteme gemäß OD315-5,
- geregelte und dokumentierte Reparaturprozesse,
- effektive Kontrollen dieser Prozesse,
- wirksames Systeme zur Kontrolle von Unterauftragnehmern,
- wirksame Systeme zur Auswahl und Überwachung von Mess- und Prüfmitteln mit einer Rückführbarkeit auf internationale Standards,
- geeignete räumliche Ausstattung und Verfügbarkeit von Maschinen zur Reparaturausführung und nicht zuletzt
- geeignetes Personal mit den notwendigen Kompetenzen zur richtigen Ausführung der Reparaturen.

IEC60079 Teil 19 fordert darüber hinaus, dass mindestens eine Führungskraft als verantwortliche Person für die korrekte Reparaturausführung benannt und wirksam ist. Dazu muss dieser Mitarbeiter über die erforderlichen Kompetenzen, aber auch über die erforderlichen Befugnisse verfügen.

Während der zweitägigen Konferenz gab es darüber hinaus noch eine Vielzahl von Vorträgen über unterschiedliche Themen der Normung und Zertifizierung. Auch Aspekte der praktischen Umsetzung der Normen zur Zonenklassifizierung und zur Installation und Wartung wurden angesprochen.

In den Konferenzpausen und in der abschließenden Podiumsdiskussion wurden zahlreiche Themen diskutiert. Alles in allem zeigte das rege Interesse aller Teilnehmer, welchen großen Stellenwert die IEC Normen zum Explosionsschutz und das IECEx-System in Südostasien haben.

Für die Organisatoren und die Referenten war dies eine Bestätigung ihrer Bemühungen um die Verbreitung des internationalen Zertifizierungssystems.

Die nächste IECEx-Konferenz ist daher bereits in Planung: Sie wird am 22. und 23. April 2015 in Danzig/Polen stattfinden und sich an interessierte Betreiber, Hersteller und Prüfstellen besonders auch aus Osteuropa und Skandinavien wenden.

AUTOR
PROF. DR. THORSTEN ARNHOLD
[CHAIRMAN IECEX SYSTEM / BEREICHSLEITER TECHNOLOGIE, R. STAHL SCHALTGERÄTE GMBH, WALDENBURG]

GANZHEITLICHE PRÜFUNG VON EX-ANLAGEN

PRAKTISCHE UMSETZUNG DER TRBS 1201-1

VON MICHAEL DZIEIA, ENGELBERT GRÖGER, MARTIN ZIMMERMANN

Explosionsgeschützte Anlagen unterliegen einer Prüfpflicht. Diese Tatsache ist allgemein bekannt. Bei der Umsetzung dieser Prüfpflicht treten jedoch immer wieder Fragen bei der praktischen Umsetzung auf. Diese sind z.B. Was ist zu prüfen? Wie ist zu prüfen? Wie oft ist zu prüfen? Dieser Bericht soll einen Überblick über die erforderlichen Prüfungen und deren praktischer Umsetzung geben.

BILD 1
Größenordnungen von Ex-Anlagen
(links: einfache Fasszapfstelle; rechts: Komplexe Prozessanlage)

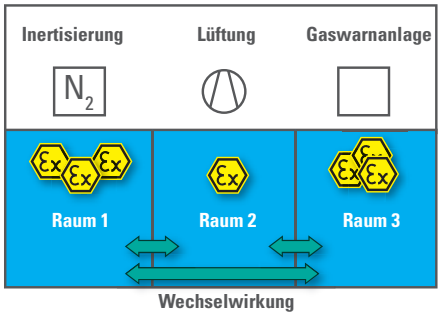


BILD 2
Aufteilung komplexer Anlagen

ANLAGENABGRENZUNG

Bevor mit Prüfungen begonnen werden kann, sollte man sich über den Umfang der zu prüfenden Ex-Anlage Gedanken machen. Kleine Anlagen lassen sich in einer Prüfung vollständig betrachten, große Anlagen hingegen wird man in einzelnen Teilabschnitten und von mehreren Personen prüfen lassen müssen (**BILD 1**). Bei der Abgrenzung kann man sich z.B. an den Definitionen aus den Explosionsschutzdokumenten oder an räumlichen Gegebenheiten orientieren. Sind die Anlagen so groß, dass ihr Umfang nicht einfach zu überblicken ist (**BILD 2**), sollten einzelne Teilabschnitte gebildet werden. Diese können anschließend jeder einzeln für sich geprüft werden. Der ganzheitliche Prüfansatz und auch die TRBS1201-1 „Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen …" fordern jedoch noch die Betrachtungen von Wechselwirkungen. Somit ist nach Abschluss der Einzelprüfungen noch die Betrachtung der Wechselwirkung an den räumlichen und funktionalen Schnittstellen zu prüfen.

Um die Aufteilung und Prüferfordernisse systematisch zu erfassen, hat sich die Anwendung einer Prüfmatrix bewährt. In dieser kann ermittelt und dokumentiert werden, welche Schnittstellen bestehen und für den Explosionsschutz relevant sind. Die Prüfung lässt sich damit leicht in einzelne Prüfungen für räumliche Bereiche und Schnittstellen/Wechselwirkungen unterteilen (**BILD 3**). Mit einer abschließenden Vollständigkeitsprüfung kann die Gesamtprüfung der Ex-Anlage abgeschlossen werden.

PRÜFUMFANG ERMITTELN

Die TRBS 1201-1 beschreibt u.a. den Umfang der für den Explosionsschutz relevanten technischen Einrichtungen. Um diesen im Einzelnen zu definieren, ist es hilfreich, den Inhalt der TRBS konzentriert in einer Tabelle aufzulisten. Viele Unternehmen haben eine nach fachlichen Schwerpunkten getrennte Organisation. Stellt man diese Organisation den Prüflingen gegenüber, ergibt sich wieder eine Matrix. Hier können nun einzelne Fachthemen namentlich an einzelne Fachexperten delegiert werden, welche ihrerseits festlegen sollten, welche Prüflinge in ihrem Fachgebiet vorkommen (**BILD 4**). Ergeben sich Schnittstellen, an denen mehrere Fachgebiete beteiligt sind, kann durch eine Ergänzung der Tabelle klar definiert werden, wer welche Prüfzuständigkeit übernimmt. Dies könnte z.B. bei der Ausrichtung von Aggregaten (Motor/Pumpe) oder Erdung von Rohrleitungen erforderlich sein.

Jeder Prüfverantwortliche ist nun aufgefordert, den Umfang seiner prüfpflichtigen Objekte festzulegen. Dies kann z.B. aus der Anlagendokumentation entnommen werden. Liegt eine solche nicht umfassend vor, kann dies bei der ersten systematischen Prüfung im Rahmen einer Sicht- bzw. Nahprüfung ermittelt und dokumentiert werden.

PRÜFINHALTE FESTLEGEN

Bezüglich der Prüfinhalte legt die TRBS 1201-1 zwar nicht im Detail fest, welche Messungen oder Funktionstests erforderlich sind, sie gibt aber Hinweise, welches Prüfziel zu verfolgen ist (**BILD 5**).

Die einzelnen Prüfinhalte setzen sich aus zahlreichen Vorgaben zusammen, welche u.a. in Installationsnormen oder Betriebs-/Montageanleitungen zu entnehmen sind. In welcher Form diese dem prüfenden Personal vermittelt werden, hängt stark vom Erfahrungsschatz des Prüfpersonals ab. Gemäß §3 (3) BetrSichV muss der Arbeitgeber zwei wichtige Festlegungen treffen:

1. Art, Umfang und Fristen der Prüfungen
2. Anforderungen an die prüfenden Personen

Diese Aspekte dürfen nicht unabhängig voneinander betrachtet werden. Wählt man gut qualifizierte, erfahrene, mit der Anlage vertraute Prüfer aus, können die Vorgaben bezüglich Art und Umfang der Prüfungen allgemeiner formuliert werden. Andernfalls empfiehlt es sich, die Prüfinhalte detaillierter in Form von konkreten Anweisungen, Checklisten und Mess-/Prüfprotokollen vorzugeben.

Ein besonderes Augenmerk ist auch auf die Wahl der Akzeptanzkriterien bzw. Grenzwerte von Messwerten zu legen. Der Prüfer hat zu beurteilen, ob das Prüfobjekt in dem Zeitraum bis zur nächsten Prüfung sicher benutzt werden kann. Hierzu muss er aufgrund seiner eigenen bzw. betrieblichen Erfahrungen abschätzen, wie sich der Zustand des Prüflings innerhalb der Prüffrist weiter entwickeln wird. So wird sich ein geringer Isolationswiderstand (z.B. 5 MΩ) eines Motors sicherlich weiter verschlechtern.

➔

BILD 3: ERMITTLUNG VON PRÜFWÜRDIGEN SCHNITTSTELLEN/WECHSELWIRKUNGEN

Schnittstellen/ Wechsel- wirkungen?	Raum 1	Raum 2	Raum 3	Inertisierung	Lüftung	Gaswarnanlage
Raum 1	ja					
Raum 2	ja	ja				
Raum 3	nein	ja	ja			
Inertisierung	ja	nein	nein	ja		
Lüftung	ja	nein	ja	nein	ja	
Gaswarnanlage	nein	nein	ja	nein	ja	ja

Der Prüfer muss nun beurteilen, wie mit diesem Motor weiter umgegangen wird. Hierbei kann er bei ausreichender Erfahrung mehrere Einflussfaktoren berücksichtigen, wie z.B.:

- Umgebungsbedingungen (innen/außen, Feuchtigkeit, …)
- Isolationswiderstand bei der letzten Prüfung
- …

Obwohl der Normgrenzwert von 1 MΩ noch nicht unterschritten wurde, muss er nun einen Mangel feststellen, wenn er erwartet, dass der Motor bis zur nächsten Prüfung nicht innerhalb der Normgrenzwerte betrieben werden kann. Alternativ kann für dieses Prüfobjekt die Prüffrist verkürzt werden, um das nahende Ende der Lebensdauer regelmäßig neu zu bewerten.

Werden solche Prüfungen z.B. an Dienstleister vergeben, kann es je nach Erfahrung und Qualifikation erforderlich sein, Grenzwerte anzupassen. So könnte z.B. der Grenzwert in diesem Fall auf 10 MΩ festgelegt werden. So behält der Betreiber die Möglichkeit, die Messwerte selbst zu bewerten bzw. es besteht noch eine „Abnutzungsreserve", welche ein sicheres Benutzen bis zur nächsten wiederkehrenden Prüfung ermöglicht.

Bei der Dokumentation der Prüfergebnisse ist es wichtig, diese in einer Sprache des Nicht-Fachmannes zu formulieren. Für den Empfänger des Prüfberichtes (Betriebsleitung, Geschäftsführung, …) ist eine Bewertung der Prüfergebnisse wichtig, aus der er weitere Maßnahmen ableiten kann. Dies sind z.B.:

- Motor: geringer Isolationswiderstand
  -> Instandsetzung innerhalb 4 Wochen
- Ex d-Gehäuse:
  offene Einführung
- unverzügliche Instandsetzung
- ...

PRÜFFRIST ERMITTELN

Die maximale Prüffrist für explosionsgefährdete Anlagen beträgt bekanntermaßen 3 Jahre für Anlagen nach §1 (2) 3 BetrSichV (Stand 2014). Dies ist jedoch eine maximale Prüffrist, welche nicht die eigene Ermittlung einer Prüffrist ersetzt. Die Prüffrist ist vielmehr objektbezogen festzulegen. So kann z.B. für jedes Gewerk (**BILD 4**) eine eigene Prüffrist ermittelt werden. Sogar innerhalb eines Gewerkes kann es sinnvoll sein, die Prüffristen unterschiedlich zu wählen. Beispielsweise können Antriebe einer höheren Belastung und Abnutzung unterliegen als Leuchten. Dies ist gemäß TRBS 1201 so festzulegen, dass der Prüfling zwischen zwei Prüfungen sicher benutzt werden kann. Bei dieser Festlegung sind jedoch allgemein zugängliche Erkenntnisquellen (Normen, Betriebsanleitungen, …) und betriebliche Erfahrungen zu berücksichtigen. Es ist sehr zu empfehlen, diese betrieblichen Erfahrungen in die Festlegung von Prüffristen (und Prüftiefe) einzubeziehen. Im Folgenden wird eine mögliche Methode zur Prüffristfestlegung vorgestellt. Die betrieblichen Erfahrungen lassen sich z.B. im Zustand der Anlagen ablesen. Diesen kann man in Form von Mängelquoten ermitteln oder ein erfahrener Mitarbeiter beurteilt die Anlage innerhalb einer vorgegebenen Skala.

BILD 4: FESTLEGUNG DER PRÜFLINGE UND AUFTEILUNG DER PRÜFZUSTÄNDIGKEIT (BEISPIEL)

	Elektrotechnik	MSR	Mechanik	Rohrleitungsbau	mobile Arbeitsmittel	Lüftung	sonst. 1	sonst. 2
§ 14 (vor erster Inbetriebnahme)	Hr. Müller	Fr. Meier	Hr. Bäcker	Fr. Metzger	Hr. Bauer	Fr. Schneider	Hr. Max	Fr. Moritz
GSSKR * Ordnungsgemäßer Zustand gemäß ...	ja	ja	ja	n.e. *	ja	nein	Inertisierung	Ex-Entkopplung
SKR *	ja	ja	ja	n.e.	n.e.	ja	n.e.	ja
Verbindungselemente:	ja	ja	ja	ja	nein	n.e.	ja	ja
bedeutsame Wechselwirkungen:								
GSSKR und Verbindungselemente	ja	ja	ja	n.e.	n.e.	ja	nein	ja
GSSKR untereinander	ja	ja	ja	n.e.	ja	nein	nein	ja
andere Anlagenteile								
z.B. Potentialausgleich	ja	ja	ja	ja	ja	n.e.	ja	ja
z.B. Überspannungsschutz	ja	ja	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
z.B. Näherung Blitzschutz	ja	ja	n.e.	ja	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
z.B. Ausrichtung von Aggregaten	ja	ja	ja	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.

*

GSSKR: Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- und Regeleinrichtungen im Sinne der RL 94/9/EG
SKR: Sicherheits-, Kontroll- und Regeleinrichtungen außerhalb von Ex-Bereichen im Sinne der RL 94/9/EG
n.e.: nicht erforderlich

Als weiteres Kriterium kann z.B. die übliche betriebliche Belastung der Anlagen bewertet werden.

Kombiniert man beide Kennzahlen in einer Matrix, lässt sich hier die Prüffrist über eine systematische Methode festlegen. Hierbei ist wichtig, dass sich die max. Prüffrist (A1/Z0) an den Vorgaben der BetrSichV orientiert. Welche kürzest mögliche Frist gewählt wird, unterliegt bei dieser Methode dem Ermessen des Arbeitgebers (A4/Z4).

Diese Möglichkeit der Prüffristermittlung eignet sich sowohl für einzelne Objekte (Motoren, Pumpen, Lüftung, …) als auch für die Überprüfung der relevanten Schnittstellen und Wechselwirkungen.

Ist die Festlegung der Prüffrist systematisch vorgegeben und gegenüber dem Betreiber transparent gemacht, ergeben sich mehrere Vorteile. Neben der dokumentierten Vorgehensweise zur Prüffristermittlung ist z.B. für die Betreiber klar nachvollziehbar, welchen Einfluss sie auf die Prüffrist haben. Dies führt in vielen Fällen zu einer deutlich höheren Motivation, den Zustand der Anlagen zu verbessern.

➔

ANLAGENZUSTAND

Z0	Mängelfreie Neuanlage
Z1	Überdurchschnittlicher Zustand
Z2	Durchschnitt
Z3	Unterdurchschnittlich
Z4	Hohe Mängelquote, Verbesserungs-/Sanierungsbedarf

BILD 5: ZÜNDQUELLENFREIHEIT UND ISOLATIONSWIDERSTAND

	Prüfung vor erster Inbetriebnahme	Wiederkehrende Prüfung
Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- und Regeleinrichtungen	Zustand	elektrische Geräte:
	Zusammenschaltung	_ ordnungsgemäßer Zustand
	Montage	_ ordnungsgemäße Zusammenschaltung
	Installation	mechanische Geräte:
	Aufstellungsbedingungen	(wenn schädigende Einflüsse bestehen)
	sichere Funktion	_ ordnungsgemäßer Zustand
	Prüfung auf Zündquellenfreiheit	_ ordnungsgemäße Zusammenschaltung
	z.B. Isolationswiderstand, Unversehrtheit von Gehäusen oder Spaltflächen	
Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits, Kontroll- und Regeleinrichtungen (außerhalb Ex-Bereiche)	Zündquellenfreiheit bei Geräten, ... gewährleistet	sichere Funktion
	technische Wirksamkeit	
	z.B. Intertisierungseinrichtung	
	sichere Funktion	
	z.B. Motorschutzschalter, Trockenlaufschutz	

ANLAGENKLASSIFIZIERUNG

A1	Labor-, GMP-Umfeld, Kleinmengenhandling
A2	Chemie-Produktion, kontinuierlicher Betrieb
A3	Lager, Abfüllung
A4	Technikum, häufiger Umbau/Anpassung

ZUSAMMENFASSUNG

Mit einer systematischen Organisation der Ex-Anlagenprüfungen erreicht man zahlreiche Vorteile, u.a.:

- Erfassung aller relevanten Prüfobjekte
- Klare Zuordnung von Zuständigkeiten
- Nachvollziehbare Erfüllung der Betreiber-/Arbeitgeberpflichten,
  - wie Definition von Prüfumfang, -art
  - Festlegung von Prüffristen
- Erhöhung der Akzeptanz für Prüfungen

Hierbei ist es weitgehend unerheblich, welche rechtliche Grundlage für die Prüfungen herangezogen werden, da fachlich alle Aspekte betrachtet werden, welche Einfluss auf den sicheren Zustand der Anlage haben.
Zusammenfassend besteht die Organisation einer Ex-Anlagenprüfung aus den folgenden Schritten:

1. Abgrenzung der Ex-Anlage
2. Festlegung der Prüfobjekte
3. Zuordnung von Verantwortlichkeiten
4. Festlegung von Anforderungen an Prüfer
5. Definition von Prüfart und -tiefe
6. Durchführung der einzelnen Prüfungen
7. Zusammenfassen der Einzelprüfungen inkl. Schnittstellen/Wechselwirkungen zur Prüfanzeichnung der Ganzheitlichen Ex-Anlagenprüfung
8. Ggf. Anpassen der Vorgaben bei geänderten Randbedingungen

Auf diese Weise lassen sich zahlreiche, meistens bereits (in Teilen) vorhandene Prüftätigkeiten in ein Gesamtkonzept (**BILD 6 UND 7**) integrieren und ergeben so die ganzheitliche Anlagenprüfung.

MATRIX ZUR PRÜFFRISTERMITTLUNG

	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4
A4	2a	2a	1a	½a	¼a
A3	2a	2a	1a	1a	½a
A2	3a	2a	2a	1a	½a
A1	3a	3a	2a	1a	1a

BILD 6
Matrix zur Prüffristermittlung

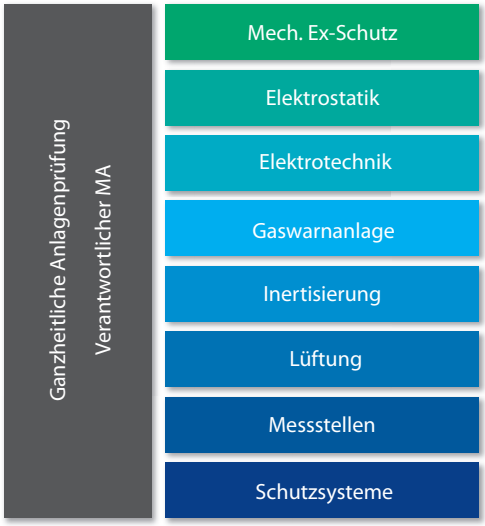


BILD 7
Objekte der ganzheitlichen Anlagenprüfung

AUTOREN
DR. MICHAEL DZIEIA
[LEITER ELECTRICAL SAFETY,
MERCK KGaA, DARMSTADT],
ENGELBERT GRÖGER
[TECHNISCHER LEITER EXPLOSIONSSCHUTZ,
MERCK KGaA, DARMSTADT]
MARTIN ZIMMERMANN
[SITE OPERATIONS | TECHNICAL PLANT SAFETY,
MERCK KGaA, DARMSTADT]

FUNKTIONALE SICHERHEIT VON ELEKTRISCHEN ANLAGEN IN INDUSTRIELLEN BETRIEBSSTÄTTEN

VON OTTO WALCH

Der störungsfreie und sichere Betrieb von industriellen Anlagen ist von großer Bedeutung, sowohl für die Sicherheit der Anlagen und des Personals als auch für den wirtschaftlichen Erfolg eines Unternehmens. Negative Einflüsse auf den Betrieb können vielfältig sein, z.B.:

- **Störung oder Ausfälle in einem Prozessleitsystem**
- **Netzausfall**
- **Heißlaufen von Maschinenlagern**
- **Gefährlicher Hochlauf der Temperatur in einem Behälter**
- **Versagen eines Not-Ausschalters**

Zur Vermeidung daraus entstehender Folgeschäden wurde innerhalb der Elektrotechnik der Begriff „Funktionale Sicherheit" eingeführt.

Die Funktionale Sicherheit unterliegt einer Wahrscheinlichkeitsbetrachtung für jedes einzelne Gerät bzw. eine komplette Anlage, denn Fehler sind im Vorhinein nicht feststellbar. Sie hängen sowohl von der Qualität der Geräte und Anlagen, als auch von den Einsatz-, Betriebs- und Umgebungsbedingungen ab. Auf Grund der dadurch bestehenden Vielfalt der zu beachtenden Details zur Erfüllung der Funktionssicherheit sind deshalb anwendungsspezifische Richtlinien und Normen aufgestellt worden, von denen die hier wichtigsten nachstehend aufgeführt sind:

DIN EN 61508
Funktionale Sicherheit – sicherheitsbezogener elektrischer/ elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme; Teil 1 bis Teil 7

DIN EN 61511
Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie; Teil 1 bis Teil 3

DIN EN ISO 13849
Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen; Teil 1 bis Teil 3

DIN EN 62061
Sicherheit von Maschinen – Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme

DIN EN 50495
Sicherheitseinrichtungen für den sicheren Betrieb von Geräten im Hinblick auf Explosionsgefahren

Neben diesen aufgeführten Normen gibt es noch weitere Normen und Abhandlungen zum Thema „Einsatz der Sicherheitseinrichtungen". Beispielhaft werden Richtlinien für den Einsatz von Sicherheitseinrichtungen in Fahrzeugen, in Atomkraftwerken oder in Bahnanwendungen genannt.

SICHERHEITS-INTEGRITÄTS-LEVEL	WAHRSCHEINLICHKEIT EINES AUSFALLS BEI ANFORDERUNG PFD-WERT	RATE GEFAHRBRINGENDER AUSFÄLLE DER SICHERHEITS-FUNKTION (H 1) PFH-WERT	RISIKO-REDUZIERUNG UM FAKTOR
SIL 4	>= 10^{-5}	≥ 10^{-9} bis < 10^{-8}	100.000 bis 10.000
SIL 3	. >=10^{-4} bis < 10^{-3}	≥ 10^{-8} bis < 10^{-7}	10.000 bis 1.000
SIL 2	>=10^{-3} bis < 10^{-2}	≥ 10^{-7} bis < 10^{-6}	1.000 bis 100
SIL 1	>=10^{-2} bis < 10^{-1}	≥ 10^{-6} bis < 10^{-5}	100 bis 10

TABELLE 1
Klassifizierung der SIL-Werte nach Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit Gefahr bringender Ausfälle

DIN EN 61508

Diese Norm ist eine Grundnorm für die Sicherheitsbetrachtungen. Aus ihr stammt die SIL-Klassifizierung. SIL steht für Safety Integrity Level.

In dieser Norm wird der SIL-Wert definiert und in vier Stufen unterteilt. Die hier vorgegebene Ermittlung des SIL-Wertes gilt für das komplette Sicherheitssystem. Deshalb müssen für die SIL-Ermittlung des Sicherheitssystems die Daten aller Komponenten, aus denen der Sicherheitskreis besteht, vorhanden sein.

Gegenstand zur Erhöhung der Funktionalen Sicherheit sind z.B. Redundanz-Bauteile oder –Kreise sowie der Einsatz von Grenzwertgebern, die beim Ausfall von Reglern ansprechen.

Die Norm 61511 gilt insbesondere für die Anwender von Sicherheitssystemen in der Prozessindustrie.

In dieser Abhandlung wird hauptsächlich die Ermittlung des SIL-Wertes betrachtet und daher wird auf die DIN EN 61511 nicht weiter eingegangen. Wichtig ist, dass neben systematischen und zufälligen Fehlern auch die Fehlertoleranz beachtet werden muss, und es werden Maßnahmen vorgegeben, wie die Sicherheitseinrichtungen auszulegen und eingesetzt werden müssen. Diese Maßnahmen müssen immer gleichzeitig ergriffen werden.

Auch der Begriff „Proven in Use" wird angesprochen. Dieser ist in der Norm DIN EN 61508 definiert und sagt aus, dass das verwendete Gerät betriebsbewährt ist. Für viele Komponenten, die in Sicherheitsanwendungen zum Einsatz kommen, waren bei deren Entwicklung die Vorgaben der DIN EN 61508 noch nicht bekannt oder wurden nicht beachtet. Auch die für die SIL-Berechnung notwendigen Werte sind nicht bekannt. Damit diese dennoch eingesetzt werden können, wird in der Norm DIN EN 61511 diese Möglichkeit gegeben und der Betreiber muss hierfür die entsprechende Verantwortung übernehmen. Auch die NAMUR (Normen-Ausschuss Mess- und Regelungstechnik)-Empfehlung NE 130, in der diese Vorgaben der DIN EN 61511 konkretisiert werden, muss in diesem Zusammenhang erwähnt werden.

Die Klassifizierung (Ermittlung des SIL-Wertes) der Sicherheitseinrichtung erfolgt nach **TABELLE 1**.

Als Unterscheidungsmerkmal, welcher Wert zu verwenden ist, dient die Anforderungsrate. Im Low Demand Mode (Anforderung an die Sicherheitseinrichtung maximal einmal pro Jahr) muss der PFD-Wert (probability failure on demand) verwendet werden, im High Demand oder Continuous Mode dagegen der PFH-Wert (probability failure per hour). Für die Klassifizierung müssen auch noch folgende Informationen und Tabellen betrachtet werden. Zunächst muss die Sicherheitseinrichtung in Typ A oder Typ B eingestuft werden.

Die Definition für den Typ A sagt aus, dass das Fehlverhalten für alle verwendeten Bauteile definiert sein muss. Sicherheitseinrichtungen, bei denen das Fehlverhalten nicht definiert ist oder deren Funktion von einer Software abhängt, sind als Typ B zu deklarieren. Abhängig hiervon muss dann **TABELLE 2** für Typ A oder **TABELLE 3** für Typ B verwendet werden.

Der Begriff Safe Failure Fraction (SFF) ist ein Wert, aus dem zu erkennen ist, wie viele der Fehler, bezogen auf die gesamte Anzahl der Fehler, als sichere Fehler anzusehen sind.

$$SFF = 1 - \frac{\text{unentdeckte, gefährliche Fehler}}{\text{alle Fehler}}$$

Ein Beispiel: bei einer SFF ≥ 99 % müssen mehr als 99 % aller Fehler als sichere Fehler deklariert werden, umgekehrt, maximal 1 % aller Fehler dürfen unentdeckt gefährlich sein.

Die Hardware Fehler Toleranz (HFT), auch als Redundanz bekannt, gibt an, wie viele Sicherheitsfunktionen gleichzeitig im Einsatz sind. Beispiel: wenn zwei Sicherheitsfunktionen gleichzeitig im Einsatz sind (HFT = 1), ist die Sicherheitsfunktion noch gewährleistet, wenn eine der beiden ausfällt.

In dieser Norm gibt es vorrangig zwei Möglichkeiten, die Sicherheitskennwerte für eine Sicherheitseinrichtung zu ermitteln. Eine ist die Entwicklung mit dem kompletten Lebenszyklus der Sicherheitseinrichtung. Die andere Möglichkeit ist die Ermittlung der Werte nach einer FMEDA (Fehler-Möglichkeits-Einfluß-Diagnose-Analyse) für bereits bestehende und in Sicherheitsanwendungen verwendete Produkte.

➔

SAFE FAILURE FRACTION (SFF)	HARDWARE FEHLER TOLERANZ (HFT)		
	0	1	2
< 60%	SIL 1	SIL 2	SIL 3
60% -< 90%	SIL 2	SIL 3	SIL 4
90% -< 99%	SIL 3	SIL 4	SIL 4
≥ 99%	SIL 3	SIL 4	SIL 4

TABELLE 2
Typ A: SIL-Werte als Funktion der SFF und der HFT für den Typ A

SAFE FAILURE FRACTION (SFF)	HARDWARE FEHLER TOLERANZ (HFT)		
	0	1	2
< 60%	Nicht erlaubt	SIL 1	SIL 2
60% -< 90%	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90% -< 99%	SIL 2	SIL 3	SIL 4
≥ 99%	SIL 3	SIL 4	SIL 4

TABELLE 3
Typ B: SIL-Werte als Funktion der SFF und der HFT für den Typ B

Der Lebenszyklus einer Sicherheitseinrichtung beginnt beim Konzept und endet über die Gefährdungsanalyse, der Ermittlung der Sicherheitsanforderungen, der Entwicklung, der Realisierung, dem Betrieb der Sicherheitssysteme mit den Außerbetriebnahmen.

Hieraus ist zu erkennen, dass diese Norm vorrangig für Hersteller von Sicherheitssystemen bzw. deren Komponenten angewendet werden muss.

Weiterhin müssen folgende Werte des Sicherheitskreises definiert werden:

- eine eindeutige Sicherheitsfunktion
- der sichere Zustand des Systems (Fail Safe) und
- der gefährliche Zustand des Systems (Fail Dangerous)

Ein Beispiel für den Fail Safe Zustand ist die Abschaltung der elektrischen Energie eines explosionsgeschützten elektrischen Betriebsmittels, die zu einer überhöhten Oberflächentemperatur im Fehlerfalle führen würde.

Ein Beispiel für den Fail Dangerous Zustand ist, wenn eine Niveauüberwachung im Fehlerfalle die Zufuhr des Mediums nicht abschaltet und dadurch zu einem Überfüllen des zu überwachenden Behälters führen würde.

Auf eine Betrachtung aller weiteren in der Norm aufgeführten Werte wird nicht eingegangen.

DIN EN 62061

Diese Norm gilt für die Maschinenindustrie. Auch hier wird der SIL-Wert, wie in den Normenreihen DIN EN 61508, verwendet.

Der Lebenszyklus in dieser Norm ist wie der in der DIN EN 61508 definiert, allerdings endet er in dieser Norm bei der Modifikation der verwendeten Komponenten. Bei der DIN EN 61508 wird alles, bis hin zur Außerbetriebnahme der Sicherheitseinrichtung, als Lebenszyklus betrachtet.

In dieser Norm wird darauf eingegangen, welcher SIL-Wert für die entsprechende Anwendung verwendet werden muss. Diese Vorgabe basiert auf der Risikoabschätzung. Hier wird, abhängig vom „Ausmaß des Schadens" und der „Wahrscheinlichkeit des Eintritts des Schadens" ermittelt, welchen SIL-Wert die Sicherheitseinrichtung erfüllen muss.

➔

SCHWERE	KLASSE 3 BIS 4	5 BIS 7	8 BIS 10	11 BIS 13	14 UND 15
4	SIL2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
3	.	Andere Maßnahmen	SIL 1	SIL 2	SIL 3
2			Andere Maßnahmen	SIL 1	SIL 2
1				Andere Maßnahmen	SIL 1

TABELLE 4
SIL-Werte durch die Risikoabschätzung ermittelt

PL	SIL
a	kein SIL Wert
b	SIL 1
c	SIL 2
d	SIL 3
e	SIL 4

TABELLE 5
Vergleich von SIL- und PL-Werten

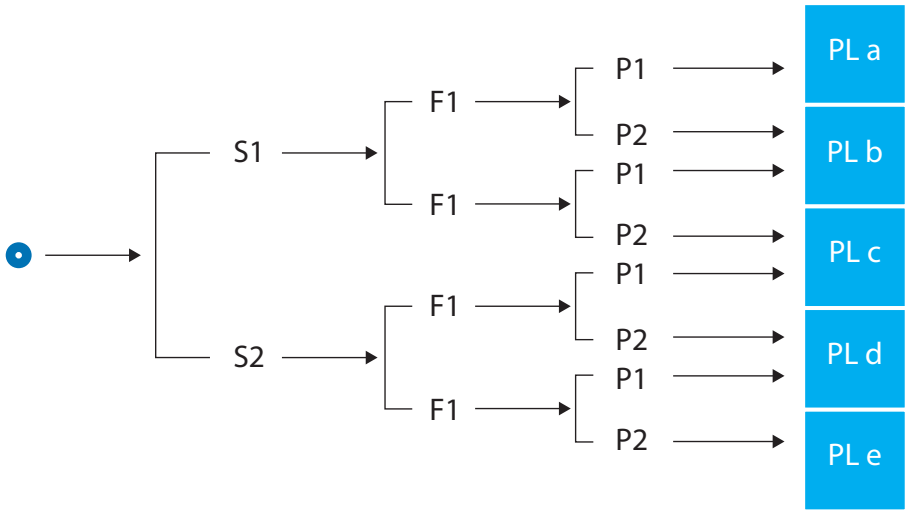


BILD 1
Risikograph zur Ermittlung des PL-Wertes

DIN EN ISO 13849

Das Ausmaß des Schadens, auch Schwere des Schadens, wird in folgende 4 Stufen unterteilt:
1 – reversibel
2 – durch Medizin reversibel
3 – schwer reversibel oder leicht irreversibel
4 – sehr schwer oder irreversibel (Tod, …)

Die Klasse der Wahrscheinlichkeit oder die Wahrscheinlichkeit des Eintritts des Schadens ist die Summe der folgenden 3 Einzelstufen:

- Vermeidung (P) mit den Werten 1-5 (wie kann der Schaden vermieden werden)
- Wahrscheinlichkeit (W) mit den Werten 1-5 (mit welcher Wahrscheinlichkeit tritt der Fehlerfall auf) und
- Häufigkeit / Dauer mit den Werten 2-5 (wie oft bzw. wie lange tritt der Fehler auf) und kann einen Wert zwischen 4 und 15 annehmen.

Mit diesen Werten kann dann der geforderte SIL-Wert aus **TABELLE 4** ermittelt werden.

Diese Norm gilt ebenfalls für die Maschinenindustrie. Der wesentliche Unterschied zur DIN EN 61508 ist, dass anstelle des SIL-Wertes der Performance Level (PL), der in 5 Stufen unterteilt ist, verwendet wird.

In dieser Norm ist die Beziehung zwischen dem Performance Level (PL) und dem Sicherheits-Integritätslevel (SIL) aufgeführt **(TABELLE 5)**. Hier ist zu erkennen, dass der Performance Level c einem SIL 2 Wert entsprechen kann (oder aber auch umgekehrt). Um diese Tabelle aber anwenden zu können, müssen alle Vorgaben der anderen Norm in Betracht gezogen werden. Vorausgesetzt, die vorhandenen Werte wurden normenkonform ermittelt, müssen bei einer Umwandlung von SIL in PL zusätzlich die Forderungen der DIN EN 13849 erfüllt werden und bei der Umwandlung von PL in SIL die der DIN EN 61508.

In dieser Norm werden der Risikograph (**BILD 1**) und dessen Verwendung definiert. Um mit diesem Risikographen den geforderten PL-Wert für die Anwendung zu ermitteln, müssen folgende Werte vorgegeben werden:

S: Schwere der Verletzung:
S1 = leichte, reversible Verletzungen
S2 = schwere Verletzung, Tod
F: Häufigkeit oder Dauer der Gefährdungsexposition
F1 = selten bis weniger häufig und/oder die Zeit der Gefährdungsexposition ist kurz
F2 = häufig bis dauernd und/oder die Zeit der Gefährdungsexposition ist lang
P: Möglichkeit zur Vermeidung der Gefährdung oder Begrenzung des Schadens
P1 = möglich unter bestimmten Bedingungen
P2 = kaum möglich

All diese Werte müssen dann in den Risikograph eingesetzt werden, um den geforderten PL-Wert ermitteln zu können.

Sowohl der Risikograph als auch die in der Norm DIN EN 62061 beschriebene Risikoabschätzung müssen vom Anwender der Sicherheitseinrichtung vorgenommen werden.

EXPLOSIONS-GEFÄHRDETER BEREICH	ZONE 0			ZONE 1		ZONE 2
EUC Fehlertoleranz	2	1	0	1	0	0
Sicherheitseinrichtung						
Fehlertoleranz	-	0	1	-	0	-
SIL-Wert	-	SIL 1	SIL 2	-	SIL 1	-
Kombiniertes System Kategorie	1			2		3

TABELLE 6
Forderungen für Sicherheitseinrichtungen nach der SIL-Qualifizierung bzw. nach der Kategorie der Betriebsmittel entsprechend den Explosionsschutzbestimmungen

DIN EN 50495

In dieser Norm werden die beiden unterschiedlichen Sicherheitsbetrachtungen, zum einen die rechnerische Ermittlung durch die Wahrscheinlichkeit (Funktionale Sicherheit) und zum anderen die vorgegebene Fehlerbetrachtung beim Explosionsschutz angewendet. Der Scope dieser Norm ist, mit einer nach der Funktionalen Sicherheit ausgelegten Sicherheitsüberwachung eine potentielle Zündquelle, z.B. am Lager einer Maschine, zu überwachen und somit die komplette Anwendung für den Einsatz in der entsprechenden Zone zertifizieren zu lassen. Der Begriff Zone ist in der Norm DIN EN 60079-0 definiert und sagt aus, wie hoch die Gefahr der auftretenden explosionsfähigen Atmosphäre ist. In der Zone 0 kann diese explosionsfähige Atmosphäre ständig vorhanden sein, in der Zone 2 dagegen nur selten und kurzzeitig. Diese Norm ist keine neue Zündschutzart (siehe DIN EN 60079-0). Sie soll dazu verwendet werden, eine Zündquelle, die nicht mit den klassischen Zündschutzarten überwacht werden kann, mit Hilfe einer Sicherheitsüberwachung mit den entsprechenden Vorgaben zu überwachen.

Die genauen Forderungen sind in **TABELLE 6** gegeben. Hierzu ein Beispiel: Ein Ex-Gerät ist für die Zone 2 zertifiziert, die Sicherheit ist nur für den Einsatz in dieser Zone gewährleistet. Um die Forderungen einer Zertifizierung für die Zone 1 zu erfüllen, muss die Sicherheit auch bei definierten Fehlerbedingungen gegeben sein. Die Überwachung des Verhaltens bei den Fehlerbedingungen kann durch eine Sicherheitseinrichtung mit einer Fehlertoleranz von 0 und einem SIL 1-Wert realisiert werden.

Die komplette Kombination (Equipment Under Control = EUC) und die Sicherheitseinrichtung müssen die Ex-Anforderungen der gewünschten Kategorie erfüllen und von einer unabhängigen Stelle (Notified Body) zertifiziert werden.

Diese Norm ist derzeit nur als Europäische Norm gültig. Aktuell wird daran gearbeitet, sie als IEC Norm zu erstellen.

FAZIT

Der vorliegende Aufsatz zeigt, dass für den sicheren und störungsfreien Betrieb von industriellen Anlagen die Funktionale Sicherheit eine wichtige Rolle spielt. In diesem Zusammenhang müssen für explosionsgefährdete Betriebsstätten zusätzlich die Bau- und Errichtungsbestimmungen (in Europa die ATEX-Richtlinien) eingehalten werden.

AUTOR
OTTO WALCH
[HEAD OF INTERNATIONAL CERTIFICATION / TEST LABORATORY, R. STAHL SCHALTGERÄTE GMBH, WALDENBURG]

LITERATUR

DIN EN 61508
Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme;
Teil 1 bis 7

DIN EN 61511
Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie; Teil 1 bis 3

DIN EN ISO 13849
Sicherheit von Maschinen –
Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen;
Teil 1 bis 3

DIN EN 62061:2013-09
Sicherheit von Maschinen –
Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme

DIN EN 50495:2010-10
Sicherheitseinrichtungen für den sicheren Betrieb von Geräten im Hinblick auf Explosionsgefahren

ATEX-Richtlinie 94/9/EG

DIN EN 60079 – Teil 1 ff
Bauvorschriften für explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel und Errichtungsvorschriften für explosionsgefährdete Bereiche

NE130 (NAMUR)
Betriebsbewährte Geräte für PLT-Schutzeinrichtungen und vereinfachte SIL-Berechnung in der Mess- und Regelungstechnik

„Power-i" = EIGENSICHERHEIT 2.0?

VON ANDRÉ FRITSCH UND MANFRED KAISER

BILD 1
Kommt mit Power-i die neue, leistungsfähigere Eigensicherheit?

Die Zündschutzart Eigensicherheit hat sich seit ihrer Entwicklung Anfang des 20. Jahrhunderts rasch etabliert. Heute ist diese Zündschutzart Standard in den meisten Anlagen der Prozessautomatisierung und wird auf Grund ihrer Vorzüge, wie „Arbeiten unter Spannung (hot-work)" oder „Zu-/Abschalten unter Spannung (hot-swap)", sehr häufig eingesetzt. Fast genauso alt wie die Eigensicherheit ist aber auch gleichzeitig der Wunsch, mehr Energie zur Verfügung zu haben als die Eigensicherheit bieten kann. Die Zündschutzart Eigensicherheit basiert auf dem Konzept der Energiebegrenzung, so dass auch unter fehlerhaften Bedingungen Energie bzw. Leistung, Strom und Spannung in einem Stromkreis auf Werte begrenzt werden, die nicht zu einer Zündung einer umgebenden explosionsfähigen Atmosphäre führen können. Die hierbei noch zulässige, also eigensichere Leistung, beträgt typischerweise maximal 2-3 Watt. Dies ist für viele Anwendungen in der Prozessautomatisierung durchaus ausreichend, aber für die eine oder andere Applikation hätten Anwender und Hersteller doch gerne ein bisschen mehr zur Verfügung.

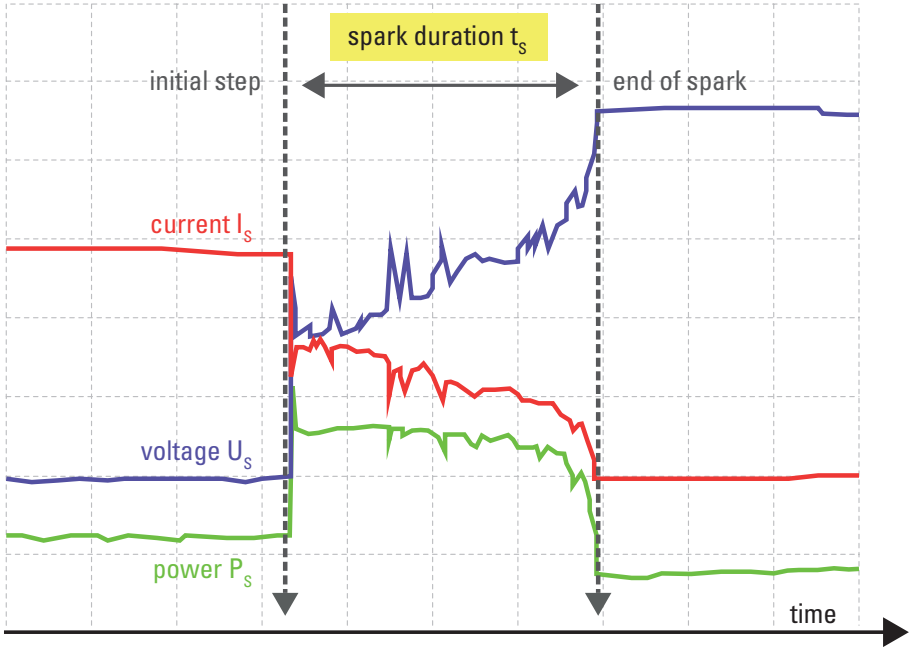


BILD 2
Typisches Beispiel des Verlaufs eines Öffnungsfunkens bei linear begrenzter Stromquelle (Grafik: B1 aus TS60079-39)

Aus diesem Grund haben sich schon immer Hersteller damit beschäftigt, die Eigensicherheit auf ein höheres Niveau zu heben und mehr Leistung für spezielle Applikationen zur Verfügung zu stellen (z. B. R. STAHL Ex i Stromversorgung von Anfang der 90-er Jahre). Seit Anfang des 21. Jahrhunderts arbeiteten mehrere Arbeitsgruppen unter Führung der PTB in Braunschweig an solchen Konzepten. Eine 2003 daraus entstandene Realisierungsmöglichkeit wurde unter dem Namen c-i-s, Akronym aus „continuous interruption supply", konzipiert und veröffentlicht . Neben der PTB waren verschiedene Hersteller, wie auch R. STAHL, an dem Konzept beteiligt. c-i-s funktioniert prinzipiell so, dass durch ein zeitlich genau definiertes zyklisches Kurzschließen der elektrischen Ausgangsleistung die Zündschutzart Eigensicherheit gewährleistet wird. Dies basiert auf der Erkenntnis, dass ein Zündfunke eine gewisse Zeit, nämlich einige µs, benötigt, um ausreichend Zündenergie aufbauen zu können. Durch diese getaktete Versorgung sind quasi- eigensichere Leistungen von bis zu 20 Watt bei Versorgungsspannungen bis 100 V realisierbar. Leider ist genau dieses getaktete Versorgungskonzept auch der Grund, warum es c-i-s nicht bis zur Produktreife schaffte. Durch die getaktete DC-Spannung ergibt sich eine hohe Störabstrahlung, EMV-Probleme und dadurch eine Beeinträchtigung der Datenübertragung auf den Leitungen [2].

Die Grundüberlegung von c-i-s diente nachfolgend als Basis für ein weiteres Konzept, das heute sowohl unter dem Markennamen DART (Dynamic Arc Recognition und Termination) als auch unter „Power-i" bekannt ist. Zunächst unter dem Titel „Dynamisch wirkende eigensichere Stromkreise" ins Leben gerufen, dann allerdings wegen doch deutlichen Unterschieden zur „klassischen" Eigensicherheit in „Dynamisch wirkende elektrische Stromkreise" umbenannt, entwickelten die PTB und Pepperl + Fuchs in einem gemeinsamen Forschungsprojekt das ursprüngliche Konzept weiter [3]. Anstatt wie bei c-i-s die Energie zyklisch abzuschalten, basiert das neue Konzept auf einer rechtzeitigen Erkennung eines entstehenden Zündfunkens und einer sehr schnellen Abschaltung der Energie einspeisenden Teilnehmer (Komponenten). Während Pepperl & Fuchs die daraus entwickelte Schaltungstechnik unter dem Markennamen DART „Dynamic Arc Recognition and Termination" patentieren ließ und dafür Lizenzen vergibt, wurde seitens der PTB eine neue Arbeitsgruppe ins Leben gerufen um die Technologie in die internationale Normung auf IEC-Ebene einzubringen, für die weltweite Akzeptanz ein unvermeidlicher und wichtiger Prozess. Der Arbeitstitel, der bis heute Bestand hat, lautet hierfür „Power-i".

Anders als bei der bekannten Eigensicherheit nach IEC 60079-11, bei der die Quelle eine kontinuierliche, begrenzte Energiefreisetzung zulässt, setzt Power-i auf ein dynamisches Konzept. Der Unterschied lässt sich sehr gut mit den physikalischen Zusammenhängen von Energie und Leistung veranschaulichen: zur Zündung eines explosionsfähigen Gemisches wird Energie benötigt, je nach Gas-Luft-Gemisch in unterschiedlicher Menge. Energie (W) entsteht durch die zugeführte Leistung (P) über der Zeit (t) oder als Formel: $W = P \cdot t$. Während die klassische Eigensicherheit die Leistung P bzw. Spannung und Strom ($P = U \cdot I$) durch entsprechende Schutzelemente, wie z.B. Z-Dioden und Widerstände, soweit begrenzt, dass auch bei kontinuierlich verfügbarer Leistung keine Zündung auftritt, reduziert Power-i den Faktor Zeit t und damit die durch einen Funken freisetzbare Energie. So weit die physikalische Theorie. Wie funktioniert das in der Praxis? Aus der Arbeit an c-i-s ist bekannt, dass beim Öffnen eines Stromkreises ein abrupter Spannungsanstieg zusammen mit einem entsprechenden Absinken des Stromes auftritt. Die Spannung dieses Initialsprunges hängt von der Materialpaarung der Kontaktwerkstoffe ab und beträgt z.B. bei den im Funkenprüfgerät verwendeten Materialien

➔

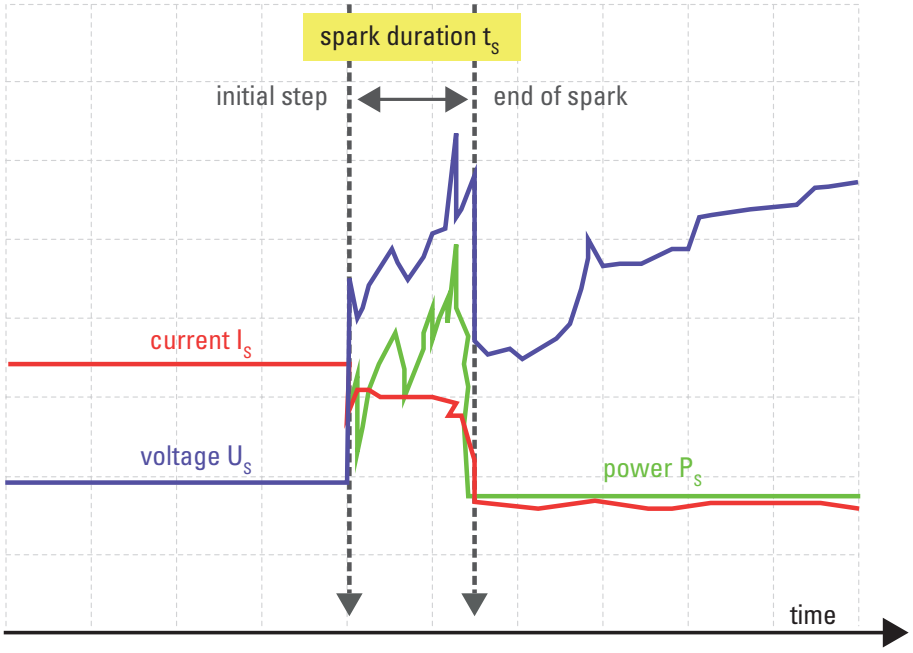


BILD 3
Beispiel eines typischen Verlaufs eines Öffnungsfunkens, begrenzt durch eine Power-i-Quelle (Grafik: B2 aus TS60079-39)

Wolfram und Cadmium ca. 10 V. Diese Spannung trägt jedoch nicht zur Freisetzung von Energie durch den Funken bei, so dass die Energiefreisetzung erst einsetzt, wenn nachfolgend die Spannung über dem Funken mit einer Anstiegsgeschwindigkeit von ≤ 1 V/µs kontinuierlich bis zur maximal möglichen Leerlaufspannung ansteigt, während der Strom weiter abnimmt, bis der Funke schließlich verlöscht. Die sich daraus aufbauende Energie überschreitet daher erst nach einem als „Initialphase" bezeichneten Zeitraum den kritischen Grenzwert, bei der das Gasgemisch zünden kann.

Daraus ergeben sich auch schon die Grundvoraussetzungen für Power-i: zunächst muss die beginnende Funkenbildung zuverlässig detektiert werden, ohne dass eine „Verwechslung" mit z.B. Pegeländerung des Nutzsignals oder mit Störsignalen aus der Umgebung vorkommt. Noch während der Initialphase, also vor Erreichen der kritischen freigesetzten Energiemenge, muss dann die Energiequelle abgeschaltet bzw. auf „normale" Ex i Werte nach IEC60079-11 begrenzt werden, so lange der Fehlerzustand anhält. Dies passiert innerhalb eines Zeitraumes von 2 bis 10 µs.

Hierbei darf natürlich nicht vergessen werden, dass je nach Aufbau des elektrischen Stromkreises auch durchaus mehrere Energiequellen auftreten können. Unvermeidbar sind Energiespeicher in den Verbindungsleitungen, hier muss grundsätzlich mit differentiellen Kapazitäten und Induktivitäten gerechnet werden. Falls auch der oder die Verbraucher Energiespeicher aufweisen, sind diese natürlich ebenfalls zu berücksichtigen. Daraus ergeben sich, analog zum bekannten Nachweis der Eigensicherheit die zu betrachtenden Systemkomponenten in einem Power-i Stromkreis: die Power-i Quelle, alle Verbraucher und die Verbindungsleitungen.

Aus dem oben beschriebenem Konzept wird deutlich, dass der Power-i Nachweis deutlich komplexer werden kann, als der übliche Eigensicherheitsnachweis und vor allem die Leitungen einen deutlich umfangreicheren Anteil an der Berechnung haben - ein wichtiges Themengebiet bei der Normungsarbeit. Das mit Power-i erreichbare Schutzniveau entspricht dem Geräteschutzniveau b (EPL b – Equipment Protection Level) bzw. Kategorie 2, ist also für Geräte und Stromkreise in der Zone 1 oder 2 geeignet. Für die eher seltenen Anwendungen in Zone 0, also für EPL a oder Kategorie 1, kann nach wie vor die klassische Eigensicherheit mit „ia" eingesetzt werden, eine Einschränkung, die sich nebenbei bemerkt auf die Verwendbarkeit in den USA nachteilig auswirkt. In einer Division 1-Zone nach NEC 500 (NEC National Electrical Code) sind derzeit nur ia-taugliche Schutzkonzepte verwendbar.

Wofür der ganze Aufwand, ist die konventionelle Eigensicherheit nicht ausreichend komplex genug? Mit Power-i lassen sich grundsätzlich die bekannten Vorteile der Eigensicherheit, also z.B. Auswechseln von Feldgeräten im Betrieb in explosionsfähiger Atmosphäre, mit deutlich höheren Versorgungsleistungen kombinieren. Je nach Umsetzung des Power-i Konzeptes sind somit beispielsweise bis zu 50 W bei 40 V DC Versorgung und 100 m Leitungslänge bei Gas-Gruppe IIB (z.B. Äthylen) realisierbar. Da die Leitungslänge signifikant für die Auslegung des Power-i Stromkreises ist, reduziert sich die verfügbare Leistung auf ca. 12 W, wenn beispielweise 1.000 m Leitung erforderlich sind, immer noch deutlich mehr als bei der klassischen Eigensicherheit. Grundsätzlich könnten auch noch größere Entfernungen überbrückt werden, was aber in Zukunft genauer analysiert werden muss und derzeit nicht Bestandteil der Untersuchungen ist.

ART DER EXPLOSIONS-FÄHIGEN ATMOSPHÄRE	ZONE	DAUER DES VORHANDENSEINS EXPLOSIONSFÄHIGER ATMOSPHÄRE	GERÄTEKATEGORIE	GERÄTESCHUTZNIVEAU EPL
Gase, Dämpfe, Nebel	0	ständig, langzeitig, dauernd	1G	Ga
	1	gelegentlich	2G	Gb
	2	selten	3G	Gc
Stäube	20	ständig, langzeitig, dauernd	1D	Da
	21	gelegentlich	2D	Db
	22	selten	3D	Dc

Neben der technischen Umsetzbarkeit muss auch die internationale Normung betrachtet werden. Keine Zündschutzart würde sich international durchsetzen können, wenn sie nicht in einer IEC- bzw. EN-Norm entsprechend behandelt wird. Aus diesem Grund wurde die Arbeitsgruppe „Power-i" unter Führung der PTB und Beteiligung verschiedener Herstellerfirmen, wie auch R. STAHL, gegründet, um das Konzept in eine internationale Norm zu überführen. Eine vollständige Betrachtung der komplexen Power-i Thematik und die durchgängige Standardisierung auf IEC-Ebene ist extrem zeitaufwändig. Aus diesem Grund wurde entschieden, sich zunächst auf Grundlage einer IEC Technical-Specification (IEC-TS) auf einige klar definierte Anwendungsfälle zu beschränken. Die daraus entstehende Norm IEC-TS 60079-39 „Explosive atmospheres – Part 39: Intrinsically Safe Systems with electronically controlled spark duration limitation" soll dann in die entsprechenden IEC und EN Normen überführt werden. Nach aktuellem Stand ist mit dem Erscheinen der IEC-TS 60079-39 im Juli 2015 zu rechnen. Neben der Beschreibung des grundsätzlichen Explosionsschutzkonzeptes und der Festlegung der speziellen Geräteanforderungen werden in dem Dokument auch entsprechende Installationsrichtlinien und das oben bereits angedeutete Nachweisverfahren für die Zusammenschaltung von Power-i Geräten aufgeführt sein. Da Power-i Stromkreise den gleichen grundsätzlichen Anforderungen bezüglich der Begrenzung von Spannung und Strom und galvanischer Trennung wie konventionell eigensichere Stromkreise genügen, müssen Power-i Stromkreise auch bei der Installation wie konventionelle eigensichere Stromkreise behandelt werden. Damit sind die national gültigen Errichtungsbestimmungen, z.B. gemäß IEC 60079-14, insbesondere Kapitel 12, zu befolgen.

Der Power-i Nachweis für die Zusammenschaltung der angeschlossenen Feldgeräte über ein Kabel erfolgt über sogenannte „Assessment Faktoren (AF)" und die „Response Time", die für Power-i Geräte gemäß den in der TS 60079-39 angegebenen Verfahren durch den Hersteller ermittelt und bescheinigt werden. Zur Vereinfachung der Beurteilung von Zusammenschaltungen von Power-i Geräten verschiedenster Hersteller bringt die TS 60079-39 eine Einteilung der Geräte in Spannungs- und Strom-Klassen ein und gibt dafür in Abhängigkeit der Gasgruppe und des geforderten Schutzniveaus die entsprechend der System-Antwortzeit zulässigen Kombinationen an. Power-i Geräte müssen dann auch entsprechend als solche gekennzeichnet sein und die Angabe des Assessment Faktors und ggf. der Response Time (bei Power-i Quellen) aufweisen. Da die Leitungen einen erheblichen Einfluss auf den Power-i Stromkreis haben, müssen diese genauer betrachtet werden. Dies beginnt zunächst einfach nachvollziehbar mit dem für die höheren Stromstärken nötigen größeren Kupfer-Querschnitt, um Spannungsfälle zu minimieren und eine unzulässige Erwärmung des Kabels zu vermeiden (Temperaturklasse beachten!). Weiter würde es die erreichbaren Leitungslängen drastisch einschränken, wenn bei der Betrachtung der Kabel, wie bei der klassischen Eigensicherheit durchaus üblich, mit „worst-case" Kabelparametern gerechnet würde (gemäß IEC 60079-14, Kapitel 12.2.2.2: maximal anzunehmende Kabelparameter 200 pF/m und 1 µH/m), bei fehlenden technischen Daten der Kabel oder Installationen mit unterschiedlichen Kabelsegmenten und Rangierverteilern ein in der Praxis häufig verwendetes Verfahren.

In der TS wird eine Berechnung auf Basis von Kabelparametern und alternativ ein messtechnisches Verfahren zur Bestimmung der für die Power-i Systembetrachtung nötigen Parameter „Response Time" und „Assessment Faktor" angegeben. Da ein Ausmessen der Kabelparameter der Installation in der Praxis nahezu unmöglich ist, bleibt als praktikable Möglichkeit das Berechnungsverfahren, zu dem allerdings die Kabelparameter L', C' und R' bekannt sein müssen.

➔

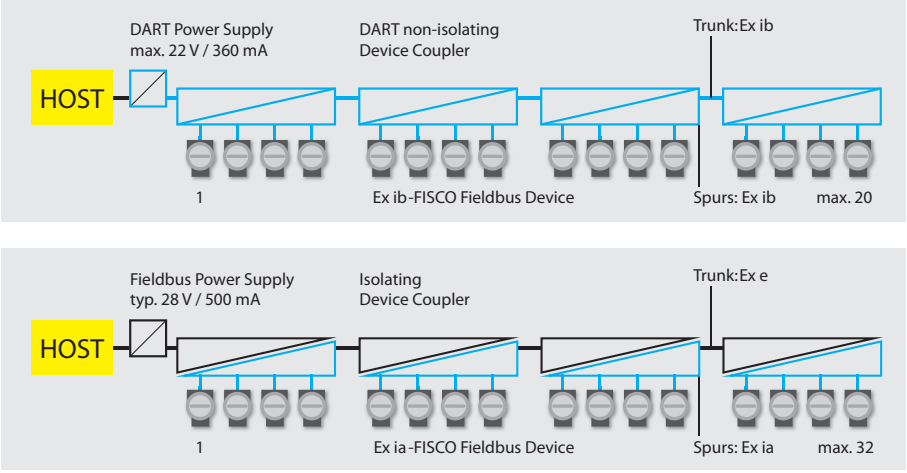


BILD 5
Vergleich Feldbusinstallation mit DART und dem High Power Trunk

Ohne Vorliegen der TS 60079-39 besteht noch eine weitere Hürde im Nachweisverfahren zum Erlangen einer EG-Baumusterprüfbescheinigung bei den „benannten" Stellen. Weder die verfügbaren Zündgrenzkurven aus IEC 60079-11 Anhang A noch Software-Tools, wie das von der PTB entwickelte ISpark oder gar das klassische Funkenprüfgerät, eignen sich zum Nachweis eines Power-i Stromkreises. Dennoch ist schon heute eine an Power-i angelehnte Lösung mit EG-Baumusterprüfbescheinigung nach ATEX und einer IECEx Zulassung verfügbar, ein DART-Feldbus von Pepperl + Fuchs. Die Systembescheinigung nach DIN EN 60079-25 „Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 25: Eigensichere Systeme" dient als Basis und gestattet die sichere Verwendung in einem genau spezifizierten und abgeschlossenen Feldbussystem mit den in der Bescheinigung aufgelisteten Komponenten. Allerdings weichen die Spezifikationen und Klassifikationen in der entstehenden Power-i TS doch in einigen Punkten von der existierenden DART-Lösung ab, was sich bei DART z.B. durch fehlende Assessment Faktoren und Response Zeiten bemerkbar macht.

Soweit die Theorie und Stand der Normungsarbeit. Wie sieht die Anwendbarkeit von Power-i in der Praxis aus und welche neuen und erweiterten Möglichkeiten ergeben sich bei Anwendung des Konzeptes? Auf den ersten Blick ist es natürlich höchst willkommen, mehr Leistung für eigensichere Applikationen zur Verfügung zu haben. Hier fallen zunächst komplexere Feldgeräte mit erhöhtem Energiebedarf ins Auge, die bislang durch andere Zündschutzarten, wie z.B. „druckfeste Kapselung Ex d", für die Zone 1 tauglich gemacht wurden. Beispielsweise Magnetventile, Durchflussmesser, Analysegeräte aber auch Motoren, Signalgeber, Bedienterminals usw. kämen in Frage. Auch bei eigensicheren Feldbussen wie dem PROFIBUS PA oder Foundation fieldbus H1 scheint eine höhere Versorgungsleistung Sinn zu machen, um mehr Teilnehmer je Segment betreiben zu können. Dabei darf aber nicht vergessen werden, dass eine höhere Versorgungsleistung bzw. der damit verbundene Strom Auswirkungen auf Geräte und Verkabelung hat. Mehr Leistung im Feldgerät bringt eine höhere Verlustleistung und damit eine höhere Erwärmung mit sich. Um eine Zündung durch heiße Oberflächen zu verhindern sind dann wieder andere Schutzmaßnahmen nötig, wie z.B. druckfeste Kapselung, was die Power-i Anwendung ad absurdum führen würde. Ebenfalls zu berücksichtigen ist, dass der höhere Strom zu höheren Spannungsfällen auf den Leitungen führt. So sind evtl. verlegte Leitungen mit 1 mm² oder 1,5 mm² nicht mehr ausreichend und müssen durch 2,5 mm² oder sogar 4 mm² ersetzt werden – ein nicht zu unterschätzender Kostenfaktor. Hersteller von Feldgeräten sehen derzeit anscheinend wenig Anwendungen für Power-i Varianten ihrer Produkte. Feldgeräte, bei denen das sogenannte Hot-swap eine wichtige Rolle spielt, z.B. zum regelmäßigen Kalibrieren, sind meistens bereits in der Zündschutzart Eigensicherheit verfügbar und seit langem bewährt im Einsatz. Auch nicht-eigensichere Geräte lassen sich bei Bedarf mit speziellen Steckverbindern oder Freischalteinrichtungen in explosionsgefährdeten Bereichen problemlos vom Stromkreis trennen – was deutlich preiswerter realisierbar ist als eine Neuentwicklung auf Basis Power-i. Dadurch steht zu Befürchten, dass die Auswahl der verfügbaren Power-i Feldgeräte zumindest in den nächsten Jahren limitiert sein wird. Einige Anwender weisen auch darauf hin, dass im Rahmen der aktuellen Energiesparmaßnahmen die Eigensicherheit als sozusagen „ökologischste Zündschutzart" zunehmende Bedeutung erfährt und man sich mit Power-i hierzu eher kontraproduktiv entwickeln würde. Bei Feldbussen bringt Power-i leider weder zusätzliche Teilnehmer an den Bus noch liefert es mehr Energie. Die Feldbusphysik und vor allem die Performance der Host-Systeme und die geforderten Zykluszeiten setzen hier derzeit die Grenzen bei typischerweise 12 (FF H1) oder 24 (PA) Geräten je Segment. Durch den verzweigten Aufbau von Feldbussegmenten und den in der Praxis geforderten Leitungslängen von bis zu 1.000 m kann auch Power-i nicht deutlich mehr Energie liefern. Die am Markt verfügbare Lösung auf Basis der oben vorgestellten DART-Technologie stellt z.B. nur 22,5 V bei 360 mA bereit, während das seit Jahren eingesetzte High Power Trunk Konzept (eigensichere Feldbus Geräte werden über galvanisch trennende Ex i Koppler an die nicht-eigensichere Hauptleitung angeschlossen [4]) typischerweise 28 V und 500 mA zur Verfügung stellt, ganz abgesehen davon, dass die Anwender derzeit auch keine Second Source auf dem Markt finden.

BILD 6
Remote I/O IS1+ mit leistungsfähiger eigensicherer Systemstruktur [6]

Stichwort „Anwender" – welche Vorteile und Applikationen sieht der Anwender mit Power-i? Hierzu wurden seitens der Hersteller schon diverse Kundenbefragungen und Workshops durchgeführt. So fand bei R. STAHL im letzten Jahr ein mehrtägiger Workshop unter Teilnahme von End-Anwendern und der PTB statt, bei dem das Power-i Konzept vorgestellt und diskutiert wurde und bei dem potentielle Applikationen untersucht wurden. Bei den zahlreichen Diskussionen und Ideen zeigte sich, dass Power-i nicht als Ersatztechnologie für die konventionelle Eigensicherheit in Betracht kommt und auch die Anzahl der sinnvollen Applikationen eingeschränkt ist. Zwar wurden diverse potentielle Anwendungen identifiziert, diese sind aber entweder eher selten, also vermutlich unattraktiv für Neuentwicklungen der Hersteller, oder noch Zukunftsmusik, wie z.B. ein neuer 2-Draht Feldbus auf Basis eines Power-i Ethernets. Hier kommt erschwerend hinzu, dass ein quasi eigensicheres 100 Mbit- oder gar Gigabit-Ethernet mit einer deutlich höheren Bandbreite zwar wünschenswert für zukünftige Netzwerke in Prozessanlagen sein könnte, aber die hohe Datenrate – also sehr schnelle Spannungsschwankungen – dem Power-i Konzept eher entgegen läuft, wie eingangs dargestellt. Ob Power-i dafür geeignet ist oder doch besser auf bereits verfügbare Lösungen, wie z.B. inhärent sichere Lichtwellenleiter („ex op is" nach IEC 60079-28 „Explosive atmospheres – Part 28: Protection of equipment and transmission systems using optical radiation" und [5]) gesetzt wird, wird sich zeigen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Power-i eine interessante Ergänzung der klassischen Eigensicherheit darstellt, aber vermutlich nicht in absehbarer Zeit ihr Erbe antreten wird. Auch die derzeit geführten Diskussionen im Normungsgremium auf IEC-Ebene lassen keine schnelle Ausbreitung der Technologie vermuten, zumal sich die infrage kommenden Anwender hier noch sehr zurückhaltend zeigen. Momentan sieht es noch so aus, dass wir eine gute Lösung haben, für die wir aber noch eine vorteilhafte Anwendung finden müssen. Im Rahmen neuer Automatisierungskonzepte, wie sie z.B. im Rahmen von Industrie 4.0 diskutiert werden, können sich aber neue Applikationen für Power-i ergeben. Die Hersteller sind also weiterhin aufgefordert, die für die Anwendung und den Anwender optimalen und effektiven Zündschutzarten auszuwählen – mit Power-i existiert in Kürze eine weitere Option.

AUTOREN
DIPL.-ING. ANDRÉ FRITSCH
PRODUKTMANAGER AUTOMATION,
R. STAHL SCHALTGERÄTE GMBH, WALDENBURG
MANFRED KAISER
[LEITER ZERTIFIZIERUNG PRODUKTE
AUTOMATISIERUNG, R. STAHL SCHALTGERÄTE GMBH,
WALDENBURG)

LITERATUR

[1]
DIN EN 60079-11
Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit „i"
Deutsche Fassung EN 60079-11:2012

[2]
High-Power-Eigensicherheit mit „c-i-s",
U. Gerlach, Th. Uehlken, U. Johannsmeyer,
Ex-Zeitschrift 2004, S. 66-67

[3]
PTB Jahresbericht 2005,
ISSN 0340-4366, S. 84

[4]
System Engineering Guidelines AG-181,
Fieldbus Foundation™, www.fieldbus.org

[5]
Zündgefahr durch optische Strahlung,
Heino Bothe, Mario Graube, Ulrich Johannsmeyer,
Ex-Zeitschrift 2008, S. 48-54

[6]
Ex-Zeitschrift 2013
„Über 25 Jahre Remote I/O" (Seite 16-21)

DIE „NEUE" ATEX-RICHTLINIE 2014/34/EG

VON FRANK LIENESCH

BILD 1
EU-Kommisionsgebäude in Brüssel

Die Anforderungen an explosionsgeschützte Geräte und Schutzsysteme werden seit ca. 20 Jahren durch die Richtlinie 94/9/EG, auch „ATEX-Richtlinie" genannt, vorgegeben. Mit der ATEX-Richtlinie werden die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen für die Konzeption und den Bau von Geräten zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen sowie die notwendigen Konformitätsbewertungsverfahren festgelegt.

Die ATEX-Richtlinie unterliegt dem Grundgedanken des „New Approach", der den freien Warenverkehr innerhalb der Europäischen Union regelt, um im Wesentlichen Handelsbarrieren abzubauen. Die Grundsätze des „New Approach" wurden im Laufe der Jahre auf diverse Produkte umgesetzt [1]. Dabei wurden jedoch unterschiedliche Sprach- und Verfahrensregelungen, z.T. angepasst an die Produkte, eingeführt, die beim Zusammenspiel der Richtlinie zu Inkonsistenzen führen konnten.

Zur Vereinheitlichung wurden von der Kommission mit dem New Legislative Framework (NLF) und der dazugehörigen Verordnung (EG) Nr. 765/2008 die Begrifflichkeiten, die Akkreditierung von notifizierten Stellen und die Marktüberwachung auf europäischer Ebene geregelt [2]. Da die Akkreditierung ein wichtiges Mittel zur Überprüfung der Kompetenz von Konformitätsbewertungsstellen ist, sollte sie auch zu Zwecken der Notifizierung eingesetzt werden. Um einen wirksamen Zugang zu Informationen für die Zwecke der Marktüberwachung zu gewährleisten, sollten die für die Bestimmung aller geltenden Rechtsakte der Union erforderlichen Informationen in einer einzigen EU-Konformitätserklärung enthalten sein. Diese kann eine Akte sein, die aus den einschlägigen einzelnen Konformitätserklärungen besteht.

Zum New Legislative Framework gehört auch der Beschluss (EG) Nr. 768/2008, der den gemeinsamen Rechtsrahmen für die Vermarktung von Produkten formuliert [3]. Entsprechend sind die Begrifflichkeiten, die CE-Kennzeichnung und die Anforderungen an die notifizierte Stelle geregelt. Der Beschluss wurde in Deutschland durch das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) umgesetzt.

Mit dem sogenannten Alignment Package des New Legislative Framework wurde eine Anpassung von neun Harmonisierungsrechtsvorschriften an den Beschluss 768/2008/EG angestrebt. Dazu gehört auch die ATEX-Richtlinie, die bereits vom Europäischen Parlament und Rat verabschiedet wurde und die Nummer 2014/34/EU bekam [4]. Für die Umsetzung wird in Deutschland die 11. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz zukünftig angepasst werden.

Mit der neuen Richtlinie soll eine generelle Überarbeitung der ATEX-Richtlinie erfolgen. Die Struktur der Überarbeitung soll der Struktur der Maschinenrichtlinie entsprechen. In einem ersten Schritt muss daher der bestehende Text den jeweiligen Artikeln und Anhängen zugeordnet werden, sodass eine grundlegende Änderung der Struktur erfolgen könnte.

Der Grundsatz der Kommission war es, dass sich für die ATEX-Richtlinie keine grundsätzlichen technischen Änderungen ergeben, weshalb auch der Anhang II nicht verändert wurde. Allerdings ergeben sich durch die formalen Änderungen durchaus Auswirkungen, die punktuell kurz umrissen werden sollen.

Im Kapitel I, Artikel 1 der Richtlinie wird im Anwendungsbereich der Begriff „Produkte" auch auf Komponenten ausgedehnt, die zum Einbau in Geräte und Schutzsysteme vorgesehen sind. Dadurch waren einige Umformulierungen notwendig, die beim Lesen beachtet werden sollten.
Nach Artikel 2 „Begriffsbestimmungen" wurde die „Bereitstellung auf dem Markt" als jede entgeltliche oder unentgeltliche Abgabe eines Produkts zum Vertrieb, zum Verbrauch oder zur Verwendung auf dem Unionsmarkt im Rahmen einer Geschäftstätigkeit definiert. Insbesondere der Begriff der Verwendung zeigt die Verantwortung bei der Eigenherstellung auf.

Artikel 3 legt die Bereitstellung auf dem Markt und die Inbetriebnahme fest. Produkte dürfen nur dann auf dem Markt bereitgestellt und in Betrieb genommen werden, wenn sie bei angemessener Installation und Instandhaltung und bei bestimmungsgemäßer Verwendung dieser Richtlinie entsprechen.

Im Kapitel 2 werden die Pflichten der Wirtschaftakteure geregelt. Nach Artikel 6 wird man auch dann zum Hersteller, wenn die Produkte für eigene Zwecke verwendet werden. Im Artikel 6 werden Pflichten des Herstellers hinsichtlich der Konformitätsbewertung, Dokumentation und Kennzeichnung festgelegt. Produkte, die keine Komponenten sind, werden mit der CE-Kennzeichnung und dem speziellen Explosionsschutzkennzeichen versehen. Komponenten dürfen diese Kennzeichnung nicht erhalten. Im Artikel 8 werden die Pflichten des Einführers (Importeurs) beschrieben. Er muss gewährleisten, dass der Hersteller alle Pflichten erfüllt hat. Der Einführer gibt seinen Namen und Postanschrift an und ist für Korrekturmaßnahmen bei Nichtkonformität verantwortlich. Der Einführer (aber auch Händler) wird zum Hersteller, wenn das Produkt unter seinem Namen gehandelt wird oder das Produkt hinsichtlich der Konformität beeinträchtigt wird.

Im Artikel 13 (Konformitätsbewertungsverfahren) Abs. 5 können die zuständigen Behörden weiterhin auf dem Hoheitsgebiet des betroffenen Mitgliedstaats auf hinreichend begründeten Antrag das Inverkehrbringen und die Inbetriebnahme von Produkten abweichend genehmigen, auf die die in den Absätzen 1, 2 und 4 genannten Verfahren nicht angewandt worden sind und deren Verwendung im Interesse des Schutzes geboten ist, sofern dies keine Komponenten sind.

Die EU-Konformitätserklärung gemäß Artikel 14 verlangt für Produkte, die mehreren Rechtsvorschriften der Europäischen Union unterliegen, in denen jeweils eine EU-Konformitätserklärung vorgeschrieben ist, dass nur eine einzige EU-Konformitätserklärung für sämtliche EU-Rechtsvorschriften ausgestellt wird. Die EU-Konformitätserklärung entspricht in ihrem Aufbau dem Muster in Anhang X. Insbesondere die ggf. für die einschlägigen Konformitätsbewertungsverfahren verwendeten einschlägigen harmonisierten Normen oder andere technische Spezifikationen geben eine Aussage über die sicherheitstechnische Bewertung. Die EU-Konformitätserklärung wird in die Sprachen übersetzt, die von dem Mitgliedstaat vorgeschrieben werden, in dem das Produkt in Verkehr gebracht oder auf dem Markt bereitgestellt wird.

Kapitel 4, Artikel 21 legt detailliert die Anforderungen an notifizierte Stellen fest, um eine Angleichung der Anforderungen in den Mitgliedsstaaten zu erreichen. Kapitel 5, Artikel 34 bis 37 spricht von der Überwachung des Unionsmarktes, der Kontrolle der auf dem Unionsmarkt eingeführten Produkte und dem Schutzklauselverfahren der Union. Dabei werden in Artikel 37 mögliche formale Nichtkonformitäten genannt. Die Übergangsbestimmungen im Kapitel 6 legen fest, dass gemäß der Verordnung 94/9/EG ausgestellte Bescheinigungen im Rahmen der vorliegenden Richtlinie gültig bleiben. Die Umsetzung der Richtlinie in nationales Recht muss bis spätestens 19. April 2016 erfolgt sein.

AUTOR
DR.-ING. FRANK LIENESCH
[ARBEITSGRUPPE 3.52 „EXPLOSIONSGESCHÜTZTE ELEKTRISCHE ANTRIEBSSYSTEME",
PTB, BRAUNSCHWEIG]

LITERATUR

[1]
Europäische Kommission,
http//ec.europa/enterprise/sectors/index_de.htm

[2]
Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008,
Amtsblatt der EU L218/30 – 47

[3]
Beschluss Nr. 768/2008/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008,
Amtsblatt der EU L218/82 bis 128

[4]
Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014,
Amtsblatt der EU L96/309 ff.

ZUSAMMENSPIEL MASCHINEN-RICHTLINIE UND ATEX-RICHTLINIE

VON URSULA AICH UND FRANK LIENESCH

Für den Explosionsschutz sind die Mindestanforderungen im betrieblichen Bereich europäisch in der Richtlinie 1999/92/EG vorgegeben, die in Deutschland über die Gefahrstoff- und die Betriebssicherheitsverordnung umgesetzt ist [1, 2]. Im europäischen Rechtsystem ist eine generelle Harmonisierung im betrieblichen Bereich nicht vorgesehen, weil die einzelnen Mitgliedsstaaten (MS) das Niveau des Schutzes in diesem Bereich selbst bestimmen wollen; es gibt aber in bestimmten Bereichen Mindestanforderungen, die dann aber von den MS ergänzt werden können. Die nationale Besonderheit in Deutschland ist, dass die Arbeitsmittel („Ex-Anlagen") auch den Anforderungen an den Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen der Betriebssicherheitsverordnung unterliegen. In diesen Anlagen werden Maschinen und Geräte verwendet, die den Anforderungen des europaweit einheitlichen Binnenmarktrechts, z.B. der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) und der ATEX-Richtlinie (94/9/EG) unterliegen [1, 3]. Während die ATEX-Richtlinie für Geräte in bestimmten explosionsfähigen Bereichen die Einbindung einer notifizierten Stelle fordert, sieht die Maschinenrichtlinie üblicherweise die Eigenverantwortung des Herstellers vor. Hinzu kommt, dass komplexe Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen auch eine Installation auf dem Gelände des Betreibers beinhalten, die im Explosionsschutzdokument des Betreibers sicherheitstechnisch bewertet werden muss. Eine Abgrenzung der unterschiedlichen Rechtsbereiche stößt z.T. auf unterschiedliche Auffassungen der zuständigen Personen, die sich häufig auch anhand pragmatischer Erwägungen leiten lassen.

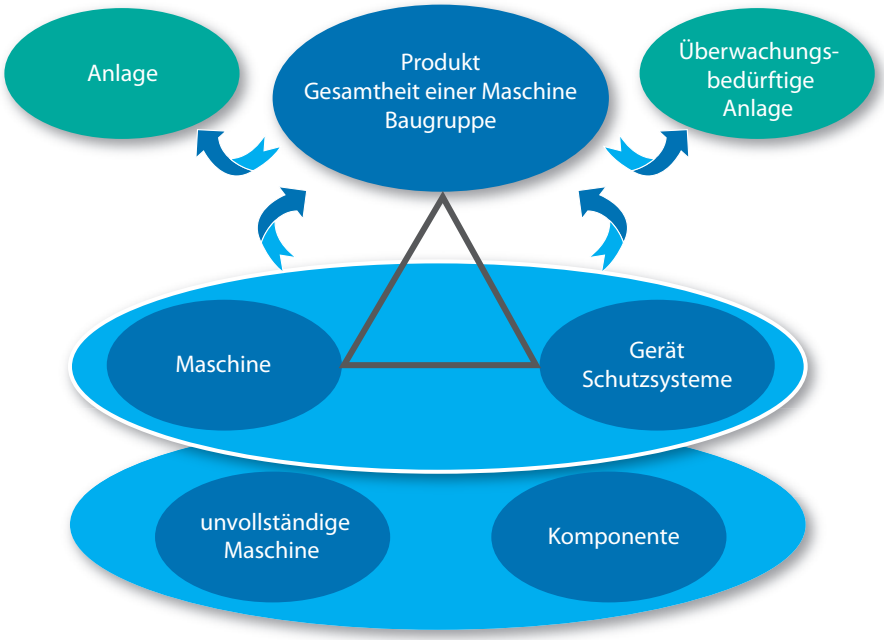


BILD 1
Gegenüberstellung der Begrifflichkeiten

GEGENÜBERSTELLUNG DER BEGRIFFLICHKEITEN

Die Maschinenrichtlinie und die ATEX-Richtlinie unterliegen dem „New Approach"-Ansatz und regeln damit die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt. Sie sind in Deutschland durch das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) und die 9. und 11. ProdSV umgesetzt worden [3]. Im Sinne einer Diskussionsgrundlage sollen zunächst die Begrifflichkeiten aus den jeweiligen Anwendungsbereichen gegenübergestellt werden.

Für die ATEX-Richtlinie gelten als Produkte Geräte, Schutzsysteme und zukünftig mit der Anpassung des New Legislative Framework (NLF) auch Komponenten. Als Geräte, die elektrisch oder nicht-elektrisch sein können, gelten Maschinen, Betriebsmittel oder Vorrichtungen, die einzeln oder kombiniert zur Verarbeitung von Werkstoffen eingesetzt werden und die eine eigene Zündquelle haben. Die Richtlinie 94/9/EG gibt dabei für Geräte deren Umfang nur grundsätzlich vor. In den ATEX-Leitlinien wird daher für die „Kombinierten Geräte" der Begriff „assembly" (Baugruppe) eingeführt, der in der Richtlinie nicht definiert ist. Als Baugruppe gilt der Zusammenbau von Geräten und Komponenten durch eine verantwortliche Person (Hersteller) zu einer einzelnen funktionalen Einheit. Beim Bereitstellen auf dem Markt oder bei der Inbetriebnahme ist mittels einer Zündgefahrenbewertung der Baugruppe zu prüfen, ob bei dem Zusammenbau neue Zündgefahren entstehen. Im Ergebnis ist dann für die Baugruppe das zutreffende Konformitätsbewertungsverfahren entweder als elektrisches Gerät oder als nicht-elektrisches (mechanisches) Gerät durchzuführen. Wenn keine neuen Zündgefahren entstehen, kann die Baugruppe ohne weitere Konformitätsbewertung in den Verkehr gebracht werden. Grundsätzlich könnte der Hersteller diese Geräte getrennt, jeweils mit einer eigenen EG-Konformitätserklärung, in den Verkehr bringen. Wenn der Hersteller die Geräte jedoch zusammengebaut in den Verkehr bringt, stellt sich dann die formale Frage, wie die Konformitätserklärung dieses Produktes auszusehen hat. Geräte und Baugruppen können gleichzeitig auch Maschinen im Rahmen der Maschinenrichtlinie sein.

Die Maschinenrichtlinie spricht bei Produkten von Maschinen und unvollständigen Maschinen. Die Gegenüberstellung der Definitionen der beiden Richtlinien zeigt eine sich ähnelnde Struktur (**BILD 1**). Die Maschine und das Gerät sowie die unvollständige Maschine und die Komponente scheinen formal gleichartig geregelt zu sein. Sowohl bei der unvollständigen Maschine als auch bei der Komponente muss ein entsprechendes Konformitätsbewertungsverfahren für das fertige Produkt noch durchlaufen werden. Durch die Kombination entstehen zum einen eine Maschine oder eine Gesamtheit von Maschinen und zum anderen ein Gerät oder eine Baugruppe.

Die Gesamtheit von Maschinen wird in der Maschinenrichtlinie im Artikel 2 bestimmt (Artikel 2, Buchstabe a, vierter Gedankenstrich). Durch ein Interpretationspapier des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales, BMAS [4] wurde die Definition der „Gesamtheit von Maschinen" in Deutschland konkretisiert. Durch die Konkretisierung des Zusammenwirkens von Maschinen oder Maschinenteilen durch einen produktionstechnischen Zusammenhang und der sicherheitstechnischen Einheit wird dort eine gute Hilfestellung gegeben. Der Begriff „Gesamtheit von Maschinen" umfasst daher nicht notwendigerweise eine komplette industrielle Anlage; sondern die Anlage kann auch in einzelne Gesamtheiten von Maschinen unterteilt werden.

Gemäß der Betriebssicherheitsverordnung [2] wird von einer überwachungsbedürftigen Anlage in diesem Kontext gesprochen, wenn es sich um Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen handelt, die Geräte, Schutzsysteme oder Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtungen gemäß ATEX-Richtlinie sind oder enthalten.

➔

EXPLOSIONSSCHUTZ IN DER MASCHINENRICHTLINIE

Die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG regelt im Anhang I Ziffer 1.5.7 die Gefahren durch Explosionen.

Zitat: „Die Maschine muss so konstruiert und gebaut sein, dass jedes Explosionsrisiko vermieden wird, das von der Maschine selbst oder von Gasen, Flüssigkeiten, Stäuben, Dämpfen und anderen von der Maschine freigesetzten oder verwendeten Stoffen ausgeht. Hinsichtlich des Explosionsrisikos, das sich aus dem Einsatz der Maschine in einer explosionsgefährdeten Umgebung ergibt, muss die Maschine den hierfür geltenden speziellen Gemeinschaftrichtlinien entsprechen."

Für den Hersteller bedeutet dies, dass er neben der Maschinenrichtlinie auch die ATEX-Richtlinie berücksichtigen muss. In den Leitlinien zur Maschinenrichtlinie wird dazu ausgeführt, dass Maschinen in oder im Zusammenhang mit explosionsgefährdeten Bereichen der ATEX-Richtlinie unterliegen. Dahingehend gilt für Maschinen mit explosionsfähiger Atmosphäre im Inneren oder bei nichtatmosphärischen Bedingungen für die komplette Maschine die ATEX-Richtlinie nicht. Im Inneren der Maschine eingebaute Geräte (elektrisch oder nicht-elektrisch), die den Anforderungen der ATEX-Richtlinie genügen, können gemäß Leitlinie zur Maschinenrichtlinie verwendet werden (§ 91). Diese Kommentierung zur Maschinenrichtlinie ist dahingehend zu verstehen, dass der Hersteller der Maschine bereits ordnungsgemäß in den Verkehr gebrachte ATEX-Geräte eines anderen Herstellers ohne erneute Konformitätsbewertung verwenden darf. Einen weiteren Hinweis enthält der § 228. Dort wird – im Einklang mit der Richtlinie 94/9/EG und deren Leitlinien - für Geräte im Sinne der Richtlinie 94/9/EG innerhalb der Maschine in Bereichen mit einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre die Erfüllung der ATEX-Richtlinie gefordert. Dabei sind nicht nur die technischen, sondern auch die formalen Anforderungen zu verstehen.

Die Verwendung von elektrischen ATEX-Geräten wird dabei als unproblematisch angesehen, weil diese als bereits ordnungsgemäß in den Verkehr gebrachte Produkte nach Richtlinie 94/9/EG am Markt erhältlich sind. Demgegenüber ist eine Bewertung der nicht-elektrischen (mechanischen) Geräte zum Teil sehr problematisch, z.B. mechanisch bewegte Teile im Inneren von Maschinen und deren Zündgefahren. Dies betrifft z.B. das Innere von Reinigungsanlagen mit Lösemitteln oder Fördereinrichtungen, in denen ständig oder langzeitig explosionsfähige Atmosphäre vorliegt.

Hier ist in der Konsequenz auch eine unterschiedliche Vorgehensweise am Markt zu beobachten:
Hersteller 1 ermittelt im Zuge seiner Risikobetrachtung, dass im Inneren seiner Anlage ständig oder langzeitig (Zone 0) explosionsfähige Atmosphäre vorhanden sein wird. Daher lässt er auch gemäß Anforderungen der Richtlinie 94/9/EG das im Inneren der Maschine eingebaute mechanische Gerät durch eine notifizierte Stelle prüfen.

Hersteller 2 hat dieselbe Ausgangssituation, ist aber der Auffassung, dass er auf eine Prüfung durch eine notifizierte Stelle verzichten kann, weil das mechanische Gerät mit einer geringen Umfangsgeschwindigkeit von <1m/s bewegt wird und daher keine potentielle Zündquelle vorliegen kann. Dadurch erspart er sich die Kosten für die Prüfung durch eine notifizierte Stelle.

Zur Vermeidung von Explosionsrisiken wird in den Leitlinien zur Maschinenrichtlinie der im Explosionsschutz übliche Ansatz, entsprechend der Richtlinie 99/92/EG, erläutert:

1. Explosionsfähige Gemische vermeiden
2. Zündquellen vermeiden
3. Folgen von Explosionen begrenzen

Die Maschinenrichtlinie sieht für die hier diskutierten Maschinen mit im Inneren explosionsgefährdeten Bereichen nicht die Einbindung einer notifizierten Stelle in das Konformitätsbewertungsverfahren vor.

KONFORMITÄTSBEWERTUNGS-VERFAHREN NACH DER ATEX-RICHTLINIE

Im Gegensatz zur Maschinenrichtlinie sieht die ATEX-Richtlinie ein streng gestaffeltes Vorgehen bei der Konformitätsbewertung vor, welches sich anhand des Gefährdungspotentials ableiten lässt. Die grundsätzliche Einteilung kann anhand von Geräten der Gerätegruppe II, Kategorie 2G erläutert werden, die in der Zone 1 eingesetzt werden (**BILD 2**).

Für den Hersteller ist die mögliche Notwendigkeit der Einbindung einer notifizierten Stelle von primärer Bedeutung. Elektrische Geräte der Gerätegruppe II Kategorie 2 G erfordern eine EG-Baumusterprüfbescheinigung und zusätzlich die Auditierung des QM-Systems des Herstellers durch eine notifizierte Stelle. Hingegen fordert die ATEX-Richtlinie für nicht-elektrische (mechanische) Geräte der Gerätegruppe II Kategorie 2 die Hinterlegung der Dokumentation und das Modul der „Internen Fertigungskontrolle" ohne Notifizierung durch eine notifizierte Stelle. Dieses Verfahren geht für den Hersteller grundsätzlich mit geringeren Kosten und weniger zeitlichen Verzögerungen einher. Auf der anderen Seite gebrauchen Hersteller auch Vermarktungsargumente hinsichtlich einer höheren Sicherheit oder vermeintlicher Gesetzesnotwendigkeit und binden eine notifizierte Stelle ein, ohne dass dies gesetzlich vorgesehen ist. Insbesondere für Baugruppen hat sich dadurch am Markt eine nicht einheitliche Umsetzung der ATEX-Richtlinie gezeigt, die zu „unfairen" Wettbewerbsäußerungen der Hersteller geführt haben.

Die Sachlage für die Kategorie 1 G und 1 D, angewendet in der Zone 0 und 20, ist unstrittig und erfordert die Einbindung einer notifizierten Stelle. Für die Kategorie 3, zur Verwendung in der Zone 2 bzw. Zone 22, untersagt die ATEX-Richtlinie die Einbindung einer notifizierten Stelle. Dennoch werden gerade für elektrische Geräte Zertifikate durch Prüfstellen ausgestellt, die jedoch hier nicht als notifizierte Stelle agieren dürfen und hierfür auch keine EG-Baumusterprüfbescheinigung ausstellen dürfen.

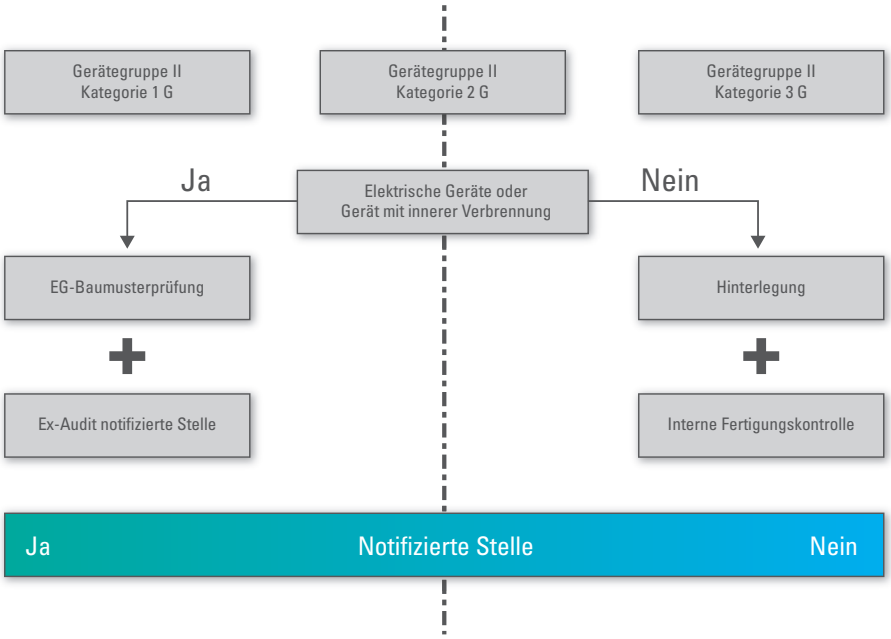


BILD 2
Konformitätsverfahren gemäß ATEX-Richtlinie für Geräte der Gerätegruppe II

AUSSAGEN DER ATEX-LEITLINIEN

Die ATEX-Leitlinien stellen klar, dass Produkte, die im Inneren explosionsgefährdete Bereiche enthalten, als Ganzes nicht in den Anwendungsbereich fallen. Aber Maschinen oder Geräte, die im Betrieb außerhalb eine explosionsfähige Atmosphäre erzeugen, unterliegen der ATEX-Richtlinie. Dabei müssen die Schnittstellen zum Ein-und Ausgang des Prozesses berücksichtigt werden.

Die ATEX-Leitlinien weisen darauf hin, dass eine Zoneneinteilung innerhalb der Maschine durch den Hersteller nicht vorgesehen ist, sondern dieser hat durch eine Risikobeurteilung die Anforderungen an die Ex-Geräte zu definieren. Die innerhalb der explosionsfähigen Atmosphäre in der Maschine eingesetzten Ex-Geräte, sowohl elektrische als auch nicht-elektrische Geräte, müssen den entsprechenden Kategorie-Anforderungen der ATEX-Richtlinie entsprechen: Damit werden dann auch die Anforderungen der Maschinenrichtlinie Anhang I Ziffer 1.5.7 erfüllt.

Die Installation von konformen Geräten (dazu zählen nicht Komponenten) auf dem Gelände des Betreibers fällt nicht unter die ATEX-Richtlinie, sondern muss den Errichtungsbestimmungen nach Richtlinie 99/92/EG, also in Deutschland der Betriebssicherheitsverordnung, genügen. Dabei liegen die Pflicht zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung und die Verantwortung für den ordnungsgemäßen Betrieb beim Betreiber. Dieselbe Kombination von Geräten kann auch durch den Hersteller als Baugruppe auf dem Markt bereitgestellt werden. Eine Installation durch den Hersteller mit einer durch den Hersteller ausgestellten Installationsbescheinigung ist in der ATEX-Richtlinie und auch produktsicherheitsrechtlich nicht vorgesehen. In jedem Fall muss zwischen Lieferanten und Kunden eindeutig bestimmt sein, wer die Verantwortung für die Kombination der konformen Geräte übernimmt.

Die Verdeutlichung des Sachverhaltes soll zunächst anhand von fiktiven Beispielen erfolgen:

Beispiel 1:

Als erstes Beispiel wird eine geschlossene Maschine mit einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre innerhalb der Maschine gewählt, die nicht in einem explosionsgefährdeten Bereich aufgestellt wird. Daraus folgt, dass für die Maschine als Ganzes die ATEX-Richtlinie nicht gilt.

Die Maschinenrichtlinie legt fest, dass innerhalb der Maschine die ATEX-Richtlinie nicht gilt, die dort eingebauten Geräte aber die Anforderungen der Richtlinie erfüllen müssen. Ein Zonenkonzept nach 99/92/EG innerhalb der Maschine ist durch deren Hersteller nicht vorgesehen, sondern er führt eine Risikobewertung durch und definiert die Anforderungen an die Geräte im Inneren.

Die einzusetzenden Ex-Geräte können als solche zugekauft werden und haben damit das Konformitätsverfahren durch den Lieferanten bereits durchlaufen. Stellt der Maschinenhersteller jedoch Geräte selbst her, müssen diese den Anforderungen der ATEX-Richtlinie genügen, d.h. auch die Konformitätsbewertungsverfahren durchlaufen. Die Konformitätserklärung des Herstellers erfolgt ohne den Hinweis auf die ATEX-Richtlinie. Die bezüglich der Ex-Geräte zu beachtenden Betriebsvorschriften müssen in der Betriebsanleitung dokumentiert werden. Eine Ex-Kennzeichnung außerhalb der Maschine erfolgt nicht. Die innerhalb der Maschinen eingebauten Geräte müssen entsprechend der Richtlinie 94/9/EG gekennzeichnet sein. Diese Kennzeichnung ist bei den vom Hersteller selbst produzierten mechanischen Geräten häufig nicht vorhanden, während zugekaufte elektrische Geräte üblicherweise ordnungsgemäß gekennzeichnet sind.

➔

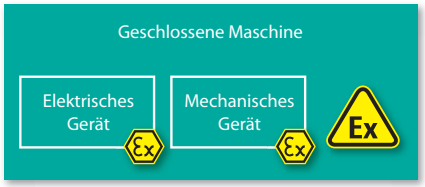


BILD 3
Beispiel 1: Geschlossene Maschine mit innerer explosionsfähiger Atmosphäre

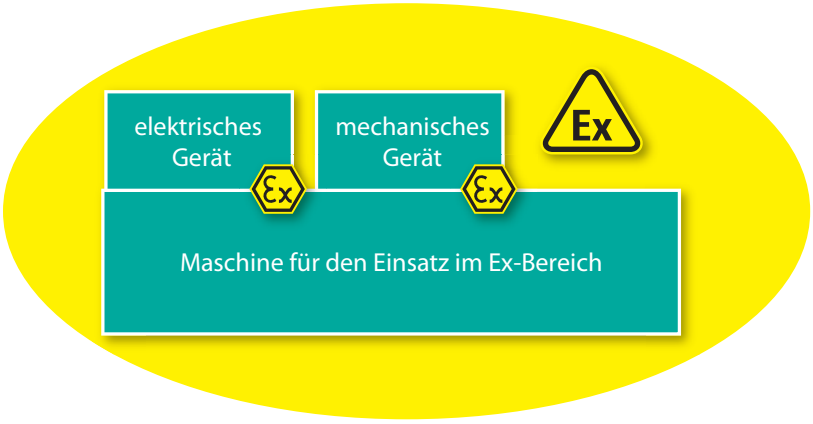


BILD 4
Beispiel 2: Maschine für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen

Beispiel 2:

Im zweiten Beispiel wird eine geschlossene Maschine ohne eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre innerhalb der Maschine betrachtet, die aber in einem explosionsgefährdeten Bereich aufgestellt werden soll. Entsprechend der Zoneneinteilung durch den Betreiber wird die Kategorie für die Maschine festgelegt. Der Hersteller führt die Risikobeurteilung hinsichtlich potentieller Zündgefahren durch, kauft konforme Geräte oder stellt sie her. In Abhängigkeit der verwendeten Geräte muss für die Baugruppe festgelegt werden, welches der Konformitätsverfahren der ATEX-Richtlinie durchlaufen werden muss. Die Maschine wird mit der Explosionsschutzkennzeichnung versehen.

Die EG-Konformitätserklärung umfasst die ATEX-Richtlinie, die Maschinenrichtlinie sowie ggf. weitere anzuwendende Richtlinien. In der Betriebsanleitung muss der Maschinen-Hersteller die Verwendung der Maschine im Ex-Bereich erläutern. In den Vordergrund tritt dabei stets die eventuelle Notwendigkeit der Einbindung einer notifizierten Stelle. Zum Beispiel muss der Hersteller der Maschine beachten, dass für elektrische Komponenten der Kategorie 2 das Konformitätsverfahren für elektrische Geräte durchlaufen werden muss.

Beispiel 3:

Im Beispiel 1 und 2 wurden die Verfahren zum einen für eine geschlossene Maschine mit Ex-Bereichen innerhalb und zum anderen für eine geschlossene Maschine für den Einsatz in Ex-Bereichen dargestellt. Eine wesentlich häufigere Ausführung ist die Maschine mit einer explosionsfähigen Atmosphäre im Inneren, die über eine Schnittstelle mit der Umgebung verbunden ist. Als Schnittstelle gelten u.a. Abluftsysteme, die aus dem Inneren einer Maschine explosionsgefährdete Atmosphären absaugen oder Türen/Klappen, die zum Bestücken oder Warten einer Maschine notwendig sind.

Maschinen in oder im Zusammenhang mit explosionsfähigen Bereichen unterliegen als Gerät der ATEX-Richtlinie. Die ATEX-Leitlinien führen dazu aus, dass Geräte (damit auch Baugruppen) mit explosionsfähigen Atmosphären innerhalb (z.B. Behälter), die auch selbst explosionsfähige Atmosphären außerhalb erzeugen, der Richtlinie 94/9/EG unterliegen.

Durch die Risikobeurteilung werden durch den Hersteller der Maschine die Anforderungen an die Geräte definiert, die entsprechend gekauft werden oder von ihm selbst hergestellt werden und dann entsprechend dem Konformitätsbewertungsverfahren der ATEX-Richtlinie unterzogen werden müssen. Die Schnittstelle muss hinreichend definiert sein, sodass die Auswirkung der explosionsfähigen Atmosphäre im Inneren auf die äußere Umgebung der Maschine sicherheitstechnisch betrachtet werden kann. Der Betreiber als Käufer der Maschine muss aus der sicherheitstechnischen Betrachtung für seinen Aufstellungsort unter Einbeziehung der sonstigen Umgebungsbedingungen mit den Angaben des Herstellers in der Betriebsanleitung die Zoneneinteilung in der Umgebung der Maschine vornehmen können. Der Übergang vom Inneren der Maschine zur äußeren Umgebung stellt den Zusammenhang her, sodass die Maschine an den Schnittstellen zu Bereichen mit einer explosionsfähigen Atmosphäre der ATEX-Richtlinie genügen muss.

Beispiel 4:

Eine Gesamtheit von Maschinen mit explosionsgefährdeten Bereichen oder ein Arbeitsmittel oder eine überwachungsbedürftige Anlage können aus einer Vielzahl von Maschinen und Teilmaschinen oder Geräten und Komponenten bestehen. Daher ist ein streng einheitliches Vorgehen nicht möglich, was auch die bereits angeführten Beispiele erahnen lassen. Im Kontext der Maschinenrichtlinie und der ATEX-Richtlinie obliegt das Inverkehrbringen der Gesamtheit von Maschinen sowie einer Baugruppe dem Hersteller, während die Installation einer überwachungsbedürftigen Anlage in den Verantwortungsbereich des Betreibers fällt. Bei der Installation eines Arbeitsmittels oder einer überwachungsbedürftigen Anlage muss stets beachtet werden, dass der Betreiber durch Eigenherstellung einer Maschine als Hersteller angesehen wird. Mit der anstehenden Rechtsänderung wird für die ATEX-Richtlinie die Eigenherstellerregelung ebenfalls klargestellt.

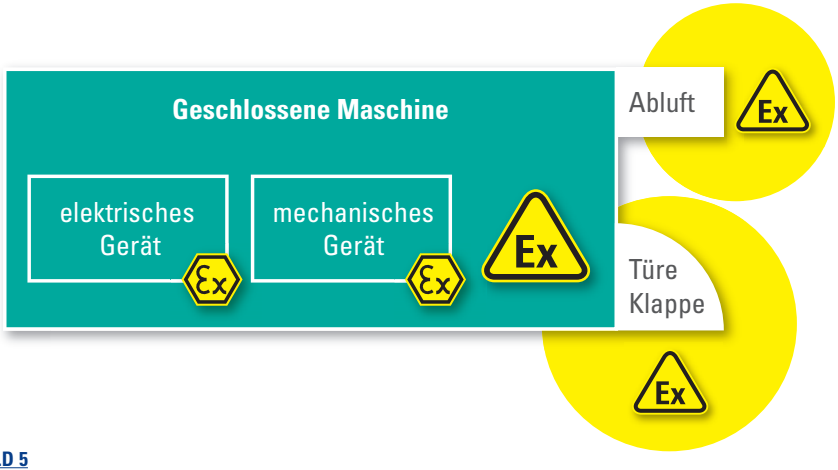


BILD 5
Beispiel 3: Maschine für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen, erzeugt durch Schnittstellen zur äußeren Umgebung

Eine Schwierigkeit bei der Betrachtung der Gesamtheit von Maschinen mit explosionsgefährdeten Bereichen ist die Eingrenzung des Inneren einer Maschine. Ein mögliches Kriterium wäre die Nicht-Zugänglichkeit durch Personen während des Prozesses, um zu verhindern, dass im Inneren der Maschine der Arbeitsschutz nicht direkt tangiert ist. Komplexere Anlagen können den explosionsgefährdeten Bereich normalerweise nicht durch Einhausung einschränken, sodass in diesem Sinne auch nicht vom „Inneren" (mit explosionsgefährdeten Bereichen) einer Gesamtheit einer Maschine gesprochen werden kann, für die die ATEX-Richtlinie keine Anwendung finden kann.

Beispiel 5: Lackieranlagen

Lackieranlagen werden in der Normung als Maschinen angesehen. In den Bereichen, in denen explosionsfähige Atmosphäre beim Betrieb auftreten kann, muss der Hersteller entsprechend der Wahrscheinlichkeit und Dauer des Vorhandenseins von explosionsfähiger Atmosphäre Geräte der passenden Kategorie auswählen, d.h., der Hersteller macht quasi auch eine Zoneneinteilung; dies wird aber nicht so genannt, weil die Zoneneinteilung eine Angelegenheit der Richtlinie 1999/92/EG bzw. der BetrSichV ist. In der Normung behilft man sich damit, dass man die Zoneneinteilung in informationelle Anhänge packt, die der Hersteller bei der Beurteilung anwenden kann.

Wenn z.B. ein Lackierroboter mit Applikationseinrichtung im Inneren einer Lackierkabine betrieben wird, in der selten und wenn dann nur kurzzeitig explosionsfähige Atmosphäre auftritt, muss dieser Roboter auch als Gerät der Kategorie 3 im Sinne der Richtlinie 94/9/EG in den Verkehr gebracht werden. Dazu gehört dann auch die Kennzeichnung nach der ATEX-Richtlinie.

Beispiel 6: Rührwerke

Wenn Rührwerke an Anlagen in Behältern eingesetzt werden, in denen ständig oder langzeitig explosionsfähige Atmosphäre vorhanden ist, sind die Anforderungen der Gerätekategorie 1 durch den Hersteller des Rührwerks zu erfüllen. Dabei wird in der Regel der Behälter, in den der Rührer eingebaut wird, in die Verantwortung des Betreibers gelegt. Er ermittelt bei seiner Gefährdungsbeurteilung, welche Maßnahmen zur Vermeidung von Zündquellen beim Betrieb des Rührwerks im Behälter ergriffen werden müssen. Demgegenüber liegen die Zündquellen, die das Rührwerk über seinen Antrieb und seine Konstruktion mitbringt, im Bilanzkreis der Herstellerverantwortung.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine „Überwachungsbedürftige Anlage" nach der Betriebssicherheitsverordnung ist definiert als „Anlage in explosionsgefähdeten Bereichen, die Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 94/9/EG sind oder beinhalten". Die überwachungsbedürftige Anlage kann dabei auch eine Maschine im Sinne der Maschinenrichtlinie sein oder eine Maschine ist Teil der überwachungsbedürftigen Anlage. Maschinen mit abgeschlossenen explosionsgefährdeten Bereichen innerhalb der Maschine erfüllen dadurch zwar nicht die Definition einer überwachungsbedürftigen Anlage; jedoch sind die Geräte im Inneren der Maschine (z.B. der Lackierroboter im Inneren der Lackieranlage) auch überwachungsbedürftige Anlagen. Steht die Maschine selbst in einem explosionsgefährdeten Bereich oder steht im Zusammenhang damit, ist die Definition der überwachungsbedürftigen Anlage erfüllt.

Die Verantwortung für das Inverkehrbringen von einem Produkt liegt beim Hersteller. Dabei kann ein Produkt auch den Umfang einer Anlage annehmen und als Gesamtheit einer Maschine oder als Baugruppe definiert werden. Hierbei trägt der Hersteller der Anlage die Verantwortung für die sicherheitstechnische Beschaffenheit des Produkts entsprechend den Binnenmarktanforderungen beim Inverkehrbringen. Der Betreiber als Kunde ist dafür verantwortlich, auch die bezüglich des Betriebes zu beachtenden Anforderungen anzuwenden. Daher empfiehlt es sich, dass sich Hersteller und Betreiber

➔

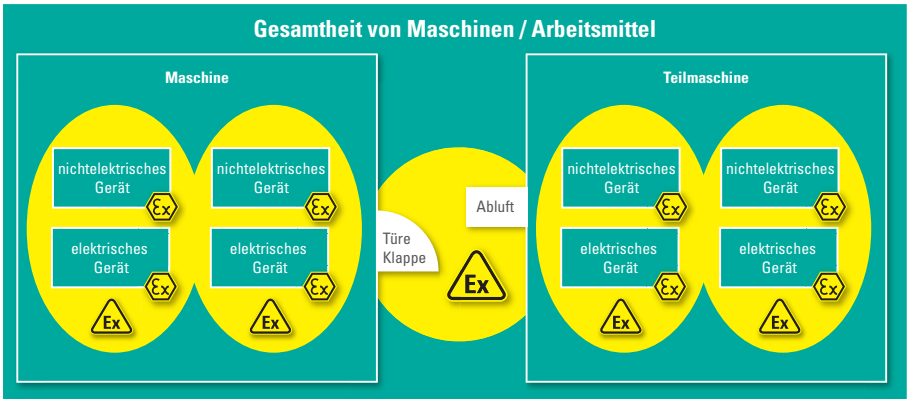


BILD 6
Beispiel 4: Gesamtheit einer Maschine mit Ex-Bereichen

bereits bei der Auftragsvergabe diesbezüglich abstimmen. Der Hersteller der Anlage kann die Konformität einzelner von anderen Herstellern zugekaufter Bestandteile mit EG-Konformitätsbescheinigung unterstellen, muss aber das Zusammenwirken in einer Anlage beurteilen. Teilbereiche können vom Hersteller an weitere Hersteller (Subunternehmer) vergeben werden. Durch privatrechtliche Abmachungen kann dieser sich für einen Schadensfall absichern. Die Verantwortung für das Produkt obliegt aber weiterhin alleine dem Hersteller.

Eine unvollständige Maschine im Sinne der Maschinenrichtlinie gilt nicht als Maschine und wird dadurch auch nicht mit einer CE-Kennzeichnung versehen. Ist die unvollständige Maschine jedoch ein Gerät im Sinne der ATEX-Richtlinie, ist die CE-Kennzeichnung notwendig. In diesem Fall muss der Hersteller eine EG-Konformitätserklärung gemäß ATEX-Richtlinie erstellen und eine Einbauerklärung für die Maschine.

Die Verantwortung für den sicheren Betrieb einer überwachungsbedürftigen Anlage obliegt dem Betreiber. Auch hierbei kann im privatrechtlichen Bereich eine Dienstleistung (z.B. Auslegung von Anlagen, Installation, Prüfung) an Subunternehmen vergeben werden; dies entbindet den Betreiber nicht von der rechtlichen Verantwortung im Schadensfall.

Die Installation einer Anlage, bestehend aus u.a. Maschinen, liegt im Verantwortungsbereich des Betreibers. Wenn er dabei eine Maschine oder eine Gesamtheit einer Maschine herstellt, fungiert er als Hersteller derselben und muss für diesen Bilanzkreis „Gesamtheit von Maschinen" die Anforderungen der Maschinenrichtlinie entsprechend einhalten. Die Herstellung für den eigenen Bedarf ist durch Einbindung des New Legislative Frameworks (Neuer Rechtsrahmen) in die neue ATEX-Richtlinie künftig auch im Anwendungsbereich enthalten.

Fazit: Primäres Ziel der Gesetzgebung ist die Klarstellung der Verantwortlichkeit und der sichere Betrieb von Anlagen. Die Vorgehensweise, um die Vorgaben zu erfüllen, ist vielschichtig. Grundsätzlich muss zwischen der Verantwortung des Herstellers und der des Betreibers unterschieden werden, wodurch bei der Kombination keine Unklarheiten hinsichtlich der Verantwortung entstehen dürfen.

AUTOREN
URSULA AICH
[LEITERIN DEZERNAT 45.1, ABT. ARBEITSSCHUTZ UND UMWELT, REGIERUNGSPRÄSIDIUM DARMSTADT]
DR.-ING. FRANK LIENESCH
[ARBEITSGRUPPE 3.52 „EXPLOSIONSGESCHÜTZTE ELEKTRISCHE ANTRIEBSSYSTEME", PTB, BRAUNSCHWEIG]

LITERATUR

[1]
http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/atex/

[2]
http://www.gesetze-im-internet.de/betrsichv/index.html

[3]
http://www.gesetze-im-internet.de/prodsg_2011/index.html

[4]
http://www.bmas.de/DE/Themen/Arbeitsschutz/interpretationspapier-gesamtheit-von-maschinen.html

NORMENENTWICKLUNG UND IEC-NORMEN IN NORDAMERIKA

VON JIM ROCCO (KAPITEL IV), BRAD J. ZIMMERMANN

BILD 1
USCGC Shermann (United States Coast Guard Cutter Shermann)

I. GESCHICHTE DER NORMEN UND VORSCHRIFTEN FÜR EXPLOSIONSGEFÄHRDETE BEREICHE IN DEN USA

NEC – Class, Division

Der National Electric Code (NEC®) [1] wurde 1897 zum ersten Mal herausgegeben und ist unter der Bezeichnung NFPA70 bekannt. Er wird in einem Zyklus von drei Jahren aktualisiert. Die aktuelle Fassung des NFPA70 ist von 2014. Dieses Dokument dient in den USA als Handbuch für die Installation elektrischer Betriebsmittel. Dabei wird es für sämtliche elektrischen Installationen und nicht nur für solche in explosionsgefährdeten Bereichen verwendet.

Die Abschnitte im NEC®, die sich auf explosionsgefährdete Bereiche beziehen, wurden in mehreren größeren Schritten entwickelt. Im Jahr 1923 führte der NEC zunächst den Begriff „besonders gefährdete Bereiche" ein (extra hazardous locations). Darauf folgte 1937 die Einführung von „Gas Gruppen" zur Unterscheidung zwischen Gefahren, die mit der Verwendung verschiedener Gase zusammenhängen. 1947 wurde das System mit zwei „Divisions" eingeführt, um zwischen den unterschiedlichen Risiko- und Freisetzungsstufen unterscheiden zu können.

Diese Vorschrift legt fest, welche Produkte gefahrlos in einem bestimmten Bereich installiert werden können, klassifiziert jedoch nicht den Bereich. Die Klassifikation explosionsgefährdeter Bereiche für Gase und Dämpfe wird in der NFPA 497, API 500, und in ANSI/ISA 60079-10-1 reguliert. Bereiche mit Stäuben sind in ANSI/ISA 60079-10-2 geregelt [2].

➔

UL-Normen, UL 1203 & UL 1604

Der NEC® bezieht sich auf die Verwendung von Betriebsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen. Die Klassifizierung der Bereiche ist durch NFPA 497 und API 500 abgedeckt, nicht jedoch die Anforderungen an die Produkte, die in den explosionsgefährdeten Bereichen verwendet werden sollen. Die Normen für Betriebsmittel zur Begutachtung der Betriebsmittel wurden von Underwriters Laboratories (UL) verfasst. UL 1203 ist die Norm für Betriebsmittel zur Verwendung in Class I, Div. 1]. UL 1604 war die Norm zur Festlegung der Bereiche der Class I, Div. 2 und Class II Div. 2. UL 1604 wurde in der Zwischenzeit durch ANSI/ISA 12.12.01 ersetzt.

Einflüsse von ANSI auf die Entwicklung

Das American National Standards Institute (ANSI) regelt das Verfahren zur Entwicklung und Aktualisierung von Normen. Jede Normungsorganisation muss ihr Verfahren zur Entwicklung von Normen von ANSI genehmigen lassen. Danach ist die Sicherstellung der Einhaltung des genehmigten Verfahrens zur Entwicklung von Normen eine gemeinsame Verantwortung dieser Organisation und ANSI.

NEC® -Vorschrift von 1996

1996 wurde der Artikel 505 in die NFPA70 der NEC® aufgenommen. Dieser Artikel ermöglichte die Klassifizierung und die Festlegung von Anforderungen an Betriebsmittel nach dem IEC-Zonenmodell und eine Zulassung nach US-Norm (AEx).

Das Zonenmodell wurde aus einem international verwendeten Modell übernommen, das insbesondere in Europa zum Einsatz kommt. Mit dieser Ergänzung gab es nun 2 parallele Modelle für Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen: NEC® 500-504 und das Zonenmodell NEC 505 – Gas sowie 506 – Staub (2005 eingeführt).

II. ENTWICKLUNG ZONENORIENTIERTER PRODUKTNORMEN DURCH ANSI

ISA nimmt sich der Sache an

Eine Ergänzung der Installationsvorschriften alleine half nicht. Im NEC®, Ausgabe 1996, war nun der neue Artikel 505, der Betriebsmittel zum Einsatz in einem Zonensystem erlaubte, aber es gab keine amerikanische Produktnorm für die Entwicklung, Prüfung und Zertifizierung dieser Produkte. Die International Society for Automation (ISA), eine von ANSI anerkannte Normungsorganisation, nahm die Arbeit auf und veröffentlichte in Anlehnung an die IEC 60079 die erste Ausgabe von Produktnormen, die die Anforderungen der neuen AEx-Kennzeichnung erfüllen.

Nationale Abweichungen durch die NEC

Der NEC® hatte die Anforderungen für elektrische Installationen viele Jahre lang festgelegt. Durch die geänderten Vorschriften wurden neue Zündschutzarten eingeführt, die zu innovativen Produkten führten. Diese Vorteile konnten jedoch nicht voll genutzt werden, da es keine Änderungen der traditionellen Class- und Division-Installationstechniken gab. Diese Diskrepanz zwischen Betriebsmitteln und Installationsmethoden bereitete den mit dem System arbeitenden Personen zusätzliche Schwierigkeiten.

Nicht-armierte Kabel Typ TC-ER-HL wurden erst kürzlich in der Ausgabe 2014 des NEC zugelassen (siehe Abschnitt VII, A.).

III. EINFÜHRUNG DES ZONENMODELLS IN NORDAMERIKA

Ersteinführung

Die Einführung eines Drei-Zonensystems wurde 1971 zum ersten Mal im NEC® Standard Komitee vorgeschlagen und basierte auf dem IEC-Modell, das bereits international anerkannt war.

In den USA wurde dieses Modell erst mit den Änderungen des NECs® im Jahr 1996 übernommen.

Ausnahmen in den USA; Entstehung von AEx

1. Anforderungen an Betriebsmittel – normale Bereiche

Einer der wesentlichen Unterschiede zwischen dem nach US-Norm zugelassenen (AEx) Zonensystems und dem IEC-Zonensystem besteht in der Handhabung der Anforderungen an Nicht-Ex-Geräte. In den USA wird jedes nach dem Zonensystem zugelassene Ex-Gerät mit „AEx" gekennzeichnet. „AEx" soll den Anwender darauf hinweisen, dass das Betriebsmittel die ANSI/ISA- bzw. die ANSI/UL-Normen für das nach US-Norm zugelassene Zonensystem erfüllt und informiert den Anwender bzw. den Installateur weiter darüber, dass das Betriebsmittel zusätzlich auch die Anforderungen für Nicht-Ex Betriebsmittel erfüllt, welche auch von der Prüfstelle getestet werden.

In vielen Teilen der IEC- Normen 60079 werden die Anforderungen für den Nicht-Ex Bereich referenziert, aber sie werden von den Prüfstellen nicht getestet, sondern nur vom Hersteller bestätigt.

In den USA dagegen werden nicht nur die Ex-Anforderungen von der Zertifizierungsstelle getestet, sondern auch alle Anforderungen aus dem Nicht-Ex Bereich.

Adapter als „Lösungen"

Trotz der Übernahme des Zonensystems durch den NEC® waren nicht sämtliche Betriebsmittel sofort einsatzbereit. Jedes Teil zur Verwendung eines europäischen Produkts in einer nordamerikanischen Installation und jedes Teil zur Verwendung eines nordamerikanischen Produkts in einer europäischen Anwendung brauchte einen Adapter. Was am meisten Schwierigkeiten bereitet hat, waren die Einführungsgewinde und die unterschiedlichen Betriebsspannungen.

BILD 2
Source SBM (Versorgungsschiff für Öl- und Erdgasplattformen)

1. Einführungsgewinde

In den USA werden vorwiegend NPT-Einführungsgewinde (NPT = National Pipe Thread) verwendet, während in den meisten anderen Ländern der Erde ISO metrische Gewinde verwendet werden. Bei vielen der für IEC- oder ATEX-Anwendungen verfügbaren Betriebsmittel in Ex e- oder Ex d e-Technik wird ein Durchgangsloch in das Ex e Gehäuse gestanzt oder gebohrt und das metrische Gewinde mit einer Kontermutter gesichert. Diese Einführungsart hat mit NPT Kegelgewinde ihre Schwierigkeiten, da die Sicherung der Passung begrenzt ist. Viele europäische Hersteller lösen dieses Problem durch die Installation eines Adapters von metrisch auf NPT, um ein dichtes Gehäuse sicherzustellen, während amerikanische Hersteller eine selbstsichernde Mutter verwenden.

Dieser Unterschied bei den Einführungsgewinden ist bei Gehäusen vom Typ Ex d sichtbar. Bei der Installation vor Ort sind sowohl für das metrische als auch für das NPT-Gewinde 5 vollständig greifende Gewindegänge erforderlich, und das metrische Gewinde wird mit einer Dichtungsschulter ausgeführt, um die Abdichtung zu gewährleisten. Das NPT-Gewinde wird dagegen angezogen, bis es dicht ist. Dies ist in der Regel vor dem Ende des Gewindes der Fall (beide Gewinde müssen zur Montage im Werk 4½ greifende Gewindegänge haben). Wenn ein NPT-Gewinde bis zum Ende der Gewindegänge eingedreht werden kann, deutet dies auf eine falsche Gewindetoleranz hin.

Erschwerend hinzu kommt, dass europäische und USA NPT-Gewinde unterschiedliche Toleranzen haben. Dies führt häufig zu nicht passenden Bohrungen und Gewindeverbindungen aufgrund von zu fester oder zu lockerer Ausführung.

2. Transformatoren

Viele der anfänglichen Probleme bei der Verwendung von IECEx- oder ATEX-Betriebsmitteln in nordamerikanischen Installationen waren die unterschiedlichen Netzspannungen. Die Niederspannungsnorm für ATEX- und IEC-Anwendungen schreibt für viele Fälle eine Nennspannung von 400 V AC vor, während die Nennspannung in den USA 480 V AC beträgt. Die definierte Grenze der Niederspannung liegt nach IEC-Norm jedoch bei 690 V AC und in Nordamerika liegt diese Grenze bei 600 V AC. Dies erschwert die Verwendung solcher Betriebsmittel, wenn die Versorgungsspannungen nicht den Nenndaten der Betriebsmittel entsprechen.

➔

IV. EINFÜHRUNG VON IEC & IECEX AUF DEM NORDAMERIKANISCHEN MARKT

Auszüge aus dem Vorhaben der USCG zur transparenteren Aufbereitung der elektrotechnischen Vorschriften für explosionsgefährdete Bereiche, Kapitel IV von Jim Rocco, USCG

Die Absicht der neuesten Anstrengungen der US-amerikanischen Küstenwache (United States Coast Guard, USCG) bezüglich der Installation elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen besteht in der Gegenüberstellung von in den USA erforderlichen und international anerkannten Normen. Die starke Zunahme von Betriebsmittelinstallationen in explosionsgefährdeten Bereichen, die unter der ATEX-Richtlinie zugelassen wurden, hat bei der Überprüfung der Einhaltung von Bestimmungen auf Schiffen und mobilen küstennahen Bohreinheiten (Mobile Offshore Drilling Units, MODUs), die Häfen der USA anlaufen und auf dem Festland der USA betrieben werden, zu erheblichen Widersprüchen geführt. In den USA fordern bestehende Vorschriften zu den Anforderungen an explosionsgefährdete Bereiche eindeutig, dass solche Betriebsmittel eingetragen oder zugelassen („listed or approved") sein müssen. Nach 46 Code of Federal Regulations (CFR), Teil 111.105-5, „System Integrity" (Systemintegrität), ist der Einsatz nicht zugelassener Betriebsmittel untersagt. Zugelassene Betriebsmittel sind per Definition solche Betriebsmittel, die durch Dritte in einem von der Küstenwache anerkannten unabhängigen Labor geprüft wurden. Somit erfüllt eine Zulassung durch Dritte in einem nicht von der Küstenwache anerkanntem unabhängigen Labor oder eine Zulassung, für die Betriebsmittel nicht vollständig in Übereinstimmung mit den anzuwendenden internationalen Normen geprüft wurden, nicht die Anforderungen von 46 CFR 111.105-5, obwohl NEC 501 Vorrichtungen (z. B. Widerstände, abgedichtete MOVs mit oder ohne Öffner- bzw. Schließkontakte) oder Betriebsmittel mit bestimmten Freigaben in Mehrzweckgehäusen zur Installation in Class I, Division 2 zulässt. Deshalb versucht die USCG, die sich aus diesen scheinbar widersprechenden Zertifizierungs- und Zulassungsverfahren für elektrische Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen ergebenden Unklarheiten auszuräumen.

Die USCG erkennt bezüglich Systemintegrität und Betriebsmittelanforderungen für elektrische Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen aktuell mehrere verschiedene Dokumente an. Dies bezieht sich auf Betriebsmittel und Systeme, die die herkömmlichen Class- und Divisionsmodelle von Artikel 500 der NEC® erfüllen und auf das nach US-Norm zugelassene (AEx) Zonenmodell, wie in Artikel 505 der NEC® beschrieben sowie auf die Produktnormen der Reihe IEC 60079. Diese breit gefächerte Akzeptanz deckt die wichtigsten weltweit anerkannten Schutzsysteme ab. Durch diese Voraussicht erkennt die USCG an, dass auch außerhalb der US-Vorschriften akzeptable Modelle zum Schutz elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen bestehen und ermöglicht so, für den weltweiten Einsatz gebaute Schiffe eine wahrlich globale Einsatzfähigkeit.

Wie oben aufgeführt, sind die Anforderungen der USCG an elektrische Betriebsmittel im Code of Federal Regulation, 46 CFR 111.105 referenziert. Dieser CFR ermöglicht eine Vielzahl von Schutztechniken, was auch druckfest gekapselte und eigensichere Systeme sowie andere zugelassene Zündschutzarten mit einschließt. Die anderen, in 46 CFR 111.105-15 spezifisch referenzierten Zündschutzarten, sind wie folgt: Sandfüllung „q" nach IEC 60079-5, Ölkapselung „o" nach IEC 60079-6 oder NEC® Artikel 500-2, erhöhte Sicherheit „e" nach IEC 60079-7, „n" für Zone 2 nach IEC 60079-15 und Vergusskapselung „m" nach IEC 60079-18.

Zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen zugelassene elektrische Betriebsmittel auf allen Schiffen, die 46 CFR Unterkapitel J unterliegen, müssen von einem von der USCG anerkannten unabhängigen Labor gelistet oder zertifiziert sein. Unterkapitel J deckt elektrische Systeme auf verschiedenen Schiffsklassen ab. Die dieser Anforderung unterliegenden Schiffe sind in erster Linie die in den Unterkapiteln D, I, I-A, L, und O abgedeckten Tank- und Frachtschiffe, mobile küstennahe Bohreinheiten (MODUs), Offshore-Versorgungsschiffe und Schiffe für bestimmte gefährliche Schüttgüter.

Am 3. Dezember 2012 hat die Küstenwache ein Regelwerk (Notice of Policy) veröffentlicht, das Richtlinien bezüglich Installationen elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen auf unter ausländischer Flagge fahrenden mobilen küstennahen Bohreinheiten (MODUs) zur Verfügung stellt, die bisher noch nicht auf dem Festland (Outer Continental Shelf, OCS) der USA betrieben wurden, deren Betrieb dort aber geplant ist. In Kapitel 6 der Fassung der Vorschriften für den Bau und die Ausstattung mobiler küstennaher Bohreinheiten der internationalen Seeschifffahrtsorganisation von 2009 (2009 IMO MODU Code) sind Normen zur Prüfung und Zertifizierung von Installationen elektrischer Betriebsmittel auf MODUs aufgeführt. Im IMO MODU Code von 2009 wird die Prüfung und Zertifizierung elektrischer Installationen in explosionsgefährdeten Bereichen in Übereinstimmung mit der Normenreihe IEC 60079 empfohlen.

Die IEC bietet ein internationales Zertifizierungssystem namens „Certification to Standards Relating to Equipment for use in Explosive Atmospheres" (IECEx) an. Im Rahmen ihres Regelwerkes hat die Küstenwache auch vorläufige Empfehlungen für Eigner und Reeder von unter ausländischer Flagge fahrenden MODUs zur Verfügung gestellt, die noch nie auf dem Festland (OCS) der USA betrieben wurden, dessen Betrieb dort aber geplant ist. Aus diesen Empfehlungen geht hervor, dass für Installationen elektrischer Betriebsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen unter dem IECEx-System eine Zertifizierung eines unabhängigen Labors eingeholt werden sollte, zusammen mit einer IECEx-Konformitätsbescheinigung.

Im Juni 2013 wurde dem Bundesregister der Vereinigten Staaten ein Vermerk über einen Gesetzesvorschlag (Notice of Proposed Rulemaking, NPRM) übermittelt, nach dem zur 46 CFR, 111.108 ein neuer Unterartikel hinzugefügt werden sollte. Dieser neue Unterartikel trug den Titel „Hazardous locations requirements on U.S. and foreign MODUs, floating OCS facilities and vessels conducting OCS activities, and U.S. vessels that carry flammable and combustible cargo" (Anforderungen an explosionsgefährdete Bereiche auf in den USA und in anderen Ländern registrierten MODUs, schwimmenden küstennahen Einrichtungen und Schiffen im küstennahen Einsatz sowie in den USA registrierten Schiffen,

BILD 3
Bohrplattform von Shell im Mars Öl- und Gasfeld im Golf von Mexiko, etwa 200 km südlich von New Orleans

die explosive und brennbare Ladung transportieren). Mit diesem NPRM sollte erreicht werden, dass ausländische MODUs, die noch nie auf dem Festland (OCS) der USA betrieben wurden, entweder die den bestehenden Vorschriften für MODUs aus den USA entsprechenden Normen erfüllen müssen oder nach Kapitel 6 des IMO MODU Code von 2009 eine Zertifizierung eines unabhängigen Labors inklusive Prüfungen nach dem IECEx-System vorweisen müssen. Wie bereits angemerkt, erkennt die USCG damit an, dass immer mehr Schiffe unter ausländischer Flagge gemäß internationaler Normen gebaut werden. Seit 2009 erkennt die USCG das IECEx-System an, sofern die elektrischen Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche von einem IECEx-Prüflabor gelistet wurden, das auch von der USCG anerkannt wird. Weltweit gibt es mindestens 35 von der USCG anerkannte unabhängige Labors. Die NPRM würde mehr Optionen zulassen für die Prüfung und Zertifizierung für elektrische Installationen auf US-Schiffen. Im Wesentlichen ergibt dies drei Optionen für elektrische Installationen in explosionsgefährdeten Bereichen.

Die erste ist die Erfüllung der NEC®-Artikel 500-504. Die traditionelle Klassifizierung in Bereiche aus Class- und Division-Einteilung mit Zulassungen für Betriebsmittel, die mit diesem Teil der Vorschriften und den Normen für Betriebsmittel in Verbindung stehen.
Die zweite Option ist die Klassifizierung des Bereiches nach dem Zonenmodell, AEx zugelasse Betriebsmittel wie im NEC®-Artikel 505 aufgeführt, sowie Betriebsmittel, die die entsprechenden Anforderungen der Normen für diese Betriebsmittel erfüllen. Diese AEx-Betriebsmittelnormen werden im Rahmen der Reihen ANSI/ISA oder ANSI/UL 60079 anerkannt.

Letztlich werden auch Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche, die die Produktnormenreihe IEC 60079 erfüllen und von einem von IECEx und der USCG autorisierten Prüflabor geprüft wurden, zur Installation zugelassen.

Die endgültige Regelung zur Integration von Unterartikel 111.108 in 46 CFR wurde nicht herausgegeben. Die Frist für Kommentare zur NPRM ist abgelaufen und seit Mai 2014 werden die zum Bundesregister der Vereinigten Staaten übermittelten Kommentare von der USCG gesichtet. Sobald alle Kommentare bearbeitet worden sind, wird eine endgültige Regelung herausgegeben. Aus der endgültigen Regelung wird hervorgehen, wann der Unterartikel in Kraft tritt.

Die Verwendung von Betriebsmitteln wird zum Teil auch von den Klassifizierungsgesellschaften beeinflusst. Die Organisation, die das Schiff klassifiziert, wird auch an der detaillierten Konstruktionsprüfung beteiligt sein. Diese Organisation wird prüfen, wie die Systeme entwickelt wurden und wie sie installiert werden sollen. Die Klassifizierungsgesellschaft wird mit dem Staat zusammenarbeiten, unter dessen Flagge das Schiff gebaut wird. Sie wird die USCG einbeziehen, um die notwendigen Anforderungen für den Betrieb in den USA festzulegen. Die Klassifizierungsgesellschaft wird in Zusammenarbeit mit dem Staat, unter dessen

➔

V. ERFOLGREICHE UND INTERESSANTE PROJEKTE

Flagge das Schiff gebaut wird, Konstruktions- und Installationsanforderungen festlegen, wonach Beratungen mit der USCG erfolgen, zur weiteren Klärung und Lösung von verbleibenden Fragen.

Beispiel: Die Schiffsbauer fragen die Verwendung eines Betriebsmitteltyps an, der bislang noch nicht verwendet wird und in keiner IEC-Norm geregelt ist. In diesem Fall stellt die Klassifizierungsgesellschaft einen Antrag bei der USCG. Normalerweise wird daraufhin die Standardantwort verwendet, dass das System normalerweise nicht zulässig ist, sofern keine zugelassene Eintragung durch Dritte besteht. Die Klassifizierungsgesellschaft stellt nur dann einen Antrag auf Abnahme eines äquivalenten Teils oder Systems, wenn eine besondere Situation vorliegt. Alle Ausnahmeanträge müssen zur Äquivalenzprüfung eingereicht werden.

Die USCG ist nicht die einzige für Offshore-Schiffe zuständige Organisation. Die Küstenwache ist im Wesentlichen für die Bereiche Antrieb, Systeme zur Schiffssteuerung und Klassifizierung von explosionsgefährdeten Bereichen zuständig (obwohl nicht explizit aufgeführt, ist die Küstenwache außerdem für die Zertifizierung von Betriebsmitteln zuständig). Das Bureau of Safety and Environmental Enforcement (BSEE) ist für alle Betriebsmittel, die direkt mit der Bohrtätigkeit verbunden sind, zuständig (diese sind z. B. alle Bohrplattform-Geräte, Bohrturmstrukturen und –werkzeuge, Einrichtungen für Bohrlochzementierung). Es gibt einen Satz von Übereinstimmungserklärungen (Memoranda of Agreement, MOAs) zwischen den Memoranden von USCG und BSEE, die die Abgrenzungen der Verantwortung für MODU skizzieren. Diese und weitere Dokumente sind auf der USCG-Website zu finden: **HTTP://WWW.USCG.MIL/HQ/CG5/CG522/CG5222/MOU.ASP**.

Wenngleich diese und andere Memoranden versuchen, den Überblick über die Mehrfachzuständigkeit, die offshore existiert, zu schaffen, verbleibt immer noch eine Unklarheit unter besonderen Umständen, die fallweise weitere Betrachtungen erfordert. In solchen Fällen ist ein Gespräch zwischen dem Betreiber, der USCG, der BSEE und der Klassifizierungsgesellschaft notwendig, um ganz besondere oder technisch komplexe Umstände zu klären. Die Herausgabe des Coast Guard Engineering Policy Letter (CG ENG Policy Letter No. 01-13, **HTTP://WWW.USCG.MIL/HQ/CG5/CG521/DOCS/CG-ENG.POLICYLETTER.01-13.PDF**) stellt die Position der USCG zu dem USCG-BSEE-Memorandum dar, hinsichtlich der USCG-Verantwortlichkeit für die Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche und Betriebsmittelzertifizierung für den Einsatz auf schwimmenden Offshore Plattformen (floating offshore installations FOIs) und Schwimmenden Produktions-, Speicher- und Ladungsplattformen (floating production, storage and offloading, FPSO). [2]

Es ist jedoch zu beachten, dass die BSEE nicht die gleichen Zugeständnisse zum IECEx-System gemacht hat, wie die USCG. BSEEs 30 CFR § 250.114 beruft sich einfach auf API RP 500 oder 505 und API RP 14F oder 14FZ. Zuständigkeit und Nachweis der Übereinstimmung mit der entsprechenden Norm sind nicht klar geregelt in 30 CFR Part 250.

Für IECEx-zertifizierte Betriebsmittel kann eine PE-Zertifizierung erforderlich werden. Daher kann ein System mit einer USCG-Zulassung von der BSEE abgewiesen werden. In diesem Zusammenhang obliegt es vor allem dem Konstrukteur und dem Bauherren des Schiffes, mit der Klassifizierungsgesellschaft und der zuständigen Behörde für küstennahe Gebiete zusammenzuarbeiten, um eine Abnahme der geplanten Systeme sicherzustellen.

Die US-Küstenwache ist sich darüber im Klaren, dass bei so vielen unter ausländischen Flaggen fahrenden Schiffen der Trend zur Zertifizierung von Betriebsmitteln für explosionsgefährdete Bereiche zu IECEx geht. Die Küstenwache arbeitet daran, immer auf dem neuesten Stand der Entwicklung von Betriebsmitteln zu bleiben und einen sicheren Betrieb in den Gewässern der USA sicherzustellen.

Arco Alpine Project

Wie im Artikel „The first zone classified oil and gas facility in North America" von W. Berner, H. Böckle, und R. Seitz [3] beschrieben, war das Alaska Alpine Project die erste neue große und vollständige Ölanlage in Nordamerika, die das Zonenmodell nach AEx, wie im NEC®-Artikel 505 aufgeführt, verwendet hat.

OEM- und Baugruppenhersteller

Viele der OEM- und Baugruppenhersteller, insbesondere im Umkreis von Houston/Texas, suchten nach Komponenten zur Verwendung in einer Baugruppe von Betriebsmitteln, die dann ohne Änderungen am elektrischen System in verschiedene Gebiete auf der ganzen Welt geliefert werden können. Die Einführung des NEC®-Artikels 505 ermöglichte die Zertifizierung und Verwendung von Betriebsmitteln aus Europa in nordamerikanischen Systemen. Sofern die Installationen trotzdem noch dem nordamerikanischen System und der NEC® entsprechen müssen, können die Betriebsmittel durch Mehrfachzertifizierung für eine globale Verwendung ausgeführt werden.

Kunden verwenden Betriebsmittel des Zonenmodells in Class- und Division-Anwendungen

Obwohl einige Anwender ihre Einrichtungen nicht auf ein Zonenmodell umgestellt haben, sind sie sich dennoch einiger Vorteile bewusst, die Betriebsmittel des Zonenmodells mit sich bringen können. Wenn in Anwendungen beispielsweise Leistungs- oder Lastschalter in einer druckfesten Kapselung für Class I, Division 2 benötigt werden, können die neuen in Edelstahl- oder glasfaserverstärkten Polyestergehäusen montierten Betriebsmittel der Class I, Zone 1 nun je nach Anforderung der Anwendung eingesetzt werden. Einige vorteilhafte Eigenschaften, die sich aus den Möglichkeiten der Verwendung von gelisteten und gekennzeichneten Betriebsmitteln der Class I, Zone 1 in einer Class I, Division 2 Installation ergeben, sind geringeres Gewicht der Gehäuse und Installationen, die keine Zündsperren benötigen (siehe NEC® 501.5).

VII. AKTUALISIERUNGEN DER NEC® 505

Betreiber von Offshore-Förderanlagen

Schon seit vielen Jahren ist die Offshore-Industrie die treibende Kraft hinter dem nach AEx zugelassenen Zonenmodell. Die gewichtskritische Offshore-Industrie verlangt seit jeher nach leichteren Betriebsmitteln. Der Ersatz vieler Gussgehäuse bei druckfesten Kapselungen durch leichtere Gehäuse aus Edelstahl vom Typ NEMA 4, 4x oder mit FRP-Gehäusen ist vorteilhaft. Die Möglichkeit, unarmiertes Kabel zu installieren, anstatt von Rohrleitungen oder armiertem Kabel, hat die Installation für die Anwender vereinfacht.

VI. WENIGER ERFOLGREICHE BEREICHE

Betreiber von Onshore-Förderanlagen

Im Gegensatz zu ihren Pendants auf hoher See spielt das Gewicht bei Onshore-Förderanlagen eine eher untergeordnete Rolle. Da Onshore-Förderanlagen normalerweise sehr kompakt ausgeführt sind, ist ein Großteil der Anlagen in Class I, Division 1 ausgeführt, weil weniger Vorteile durch ein Ausweichen auf ein Zonen-Betriebsmittel entstehen würden.

Chemische Industrie

In den Praktiken der chemischen Industrie der USA hat sich in den letzten 30 Jahren kaum etwas geändert. Es wird geschätzt, dass in chemischen Anlagen mehr Bereiche als Class I, Division 1 klassifiziert sind, als dies in petrochemischen Raffinerieanlagen der Fall ist.

Etablierter Kundenstamm, insbesondere von anderen großen Zulieferern

Manche Branchen haben so enge Beziehungen zu ihren aktuellen Zulieferern von explosionsgeschützten Betriebsmitteln, dass ein Wechsel zu einem anderen Betriebsmitteltyp unwahrscheinlich ist. Dies trifft zusätzlich zu den zuvor genannten Branchen u. a. auf einige Bereiche der Schwerindustrie sowie Ölförderungs- und Verladeanlagen zu. Diese Branchen sind sehr konservativ und haben sich mit der Zeit viel langsamer verändert als andere. Aber auch hier gibt es Anzeichen für Änderungen.

Flexible Kabel in Class I, Zone 1

Die Installation war bisher eine der wesentlichen Hürden beim Einsatz von Betriebsmitteln unter dem nach AEx zugelassenen Zonenmodell. Mit der Ausgabe NEC® 2014 wurden TC-ER-HL-Kabel eingeführt und zur Verwendung in Class I, Zone 1 zugelassen. Dadurch verringern sich die Fälle, in denen MC-HL-Kabel oder Rohre verwendet werden müssen. Diese Neuzulassung von Kabeln für Class I, Zone 1 befindet sich im NEC®-Artikel 505.15 (B) (1) (i). Dies erleichtert die Durchführung solcher Installationen und nähert die Verwendung von Betriebsmitteln in Class I, Zone 1 in den USA an Installationen der Zone 1 in anderen Teilen der Welt an.

FAZIT

Zur globalen Harmonisierung bei Anwendungen mit elektrischen Betriebsmitteln in explosionsgefährdeten Bereichen wurden große Anstrengungen unternommen. Die US-Küstenwache hat den über die letzten Jahre zunehmenden Einfluss der ausländischen Offshore-Industrie zur Kenntnis genommen und Anpassungen durchgeführt, um dem Rechnung zu tragen. Diese Änderungen haben sich auch auf die Produktnormen ausgewirkt, was jedoch nicht allein als ausländischer Einfluss auf amerikanische Produktnormen zu sehen ist; vielmehr gibt es auch einen amerikanischer Einfluss auf die IEC-Normen. Auch wenn die nordamerikanischen und die IEC-Normen sich zunehmend angenähert haben, bestehen dennoch auch weiterhin sehr große Unterschiede. Obwohl in einigen Gebieten der Normen noch großer Entwicklungsbedarf besteht, ist dennoch nicht von der Hand zu weisen, dass die Entwicklung der Normen bereits sehr weit fortgeschritten ist. Dank der kontinuierlichen Arbeit vieler Menschen für das gemeinsame Ziel eines global einsetzbaren Normenwerkes werden stetig neue Fortschritte gemacht.

AUTOREN
COMMANDER JAMES ROCCO
[CHIEF, OFFSHORE NATIONAL CENTER OF EXPERTISE, UNITED STATES COAST GUARD]
BRAD J. ZIMMERMANN
[LEITER ENTWICKLUNG UND ZERTIFIZIERUNG, R. STAHL INC., USA]

LITERATUR

[1]
NFPA 70; National Electrical Code®

[2]
U.S. Coast Guard regulations and requirements, http://www.uscg.mil/hq/cg5/ocsncoe/

[3]
R. STAHL Ex-Magazine 2002

ERWÄRMUNG VON LEUCHTSTOFFLAMPEN AM ENDE IHRER LEBENSDAUER

VON KATRIN HERRMANN, ULRICH JOHANNSMEYER, RAINER KULESSA

An explosionsgeschützten Langfeldleuchten der Zündschutzarten Erhöhte Sicherheit „e" und Nichtfunkend „nA", in denen der Betrieb von Leuchtstofflampen nach IEC 60081 mit elektronischen Vorschaltgeräten erfolgt, muss an den Lampen eine maximal zulässige Oberflächentemperatur auch an deren Lebensdauerende eingehalten werden. Das Risiko, dass an gealterten Leuchtstofflampen auch am Ende deren Lebensdauer Temperaturen über der maximal zulässigen Oberflächentemperatur auftreten, wurde in der Vergangenheit als hinreichend gering eingeschätzt, da für die in diesen Leuchten verwendeten Leuchtstofflampen keine dieser Annahme widersprechenden Erfahrungen vorlagen und die Betriebsgeräte für Leuchtstofflampen in explosionsgeschützten Leuchten dem Stand der Technik entsprachen.

Allerdings zeigte sich mit steigender Anzahl der installierten Leuchten mit elektronischem Vorschaltgerät und Leuchtstofflampen mit zwei Stiften (statt der bisherigen Einstiftleuchtstofflampen mit Leuchtstofflampen mit konventionellem Vorschaltgerät), dass sicherheitsrelevante höhere Temperaturen an den Leuchtstofflampen auftreten können.

Die Erfahrungen mit offensichtlich erhöhten Temperaturen an Leuchtstofflampen in Leuchten für die Allgemeinbeleuchtung führten zu Sicherheitsanforderungen an elektronische Betriebsgeräte gemäß EN/IEC 61347-2-3.

Damit ist ein sicherheitstechnisch relevanter Zusammenhang zwischen der Oberflächentemperatur der Lampe, dem Leistungsumsatz in den Elektroden der Leuchtstofflampe an deren Lebensdauerende und der Funktion des elektronischen Betriebsgerätes im sicherheitstechnischen Konzept zu berücksichtigen.

Diese Anforderungen gelten für alle elektronischen Betriebsgeräte (Vorschaltgeräte), die vorgesehen sind für den Hochfrequenzbetrieb von Leuchtstofflampen nach IEC 60081 und damit auch für Betriebsgeräte dieser Art in explosionsgeschützten Leuchten. Die Anwendbarkeit der in der EN/IEC 61347-2-3 angegebenen Grenzwerte für die höchste Elektrodenleistung zur Einhaltung der Temperaturgrenzen an Leuchtstofflampen in explosionsgeschützten Leuchten wurde untersucht.

Aus experimentellen Untersuchungen mit Leuchtstofflampen im explosionsfähigen Gemisch und aus Temperaturmessungen an Leuchtstofflampen wurden sicherheitstechnisch begründete, niedrige Grenzwerte der Elektrodenleistung zur Begrenzung der Oberflächentemperatur von Leuchtstofflampen in explosionsgeschützten Leuchten abgeleitet.

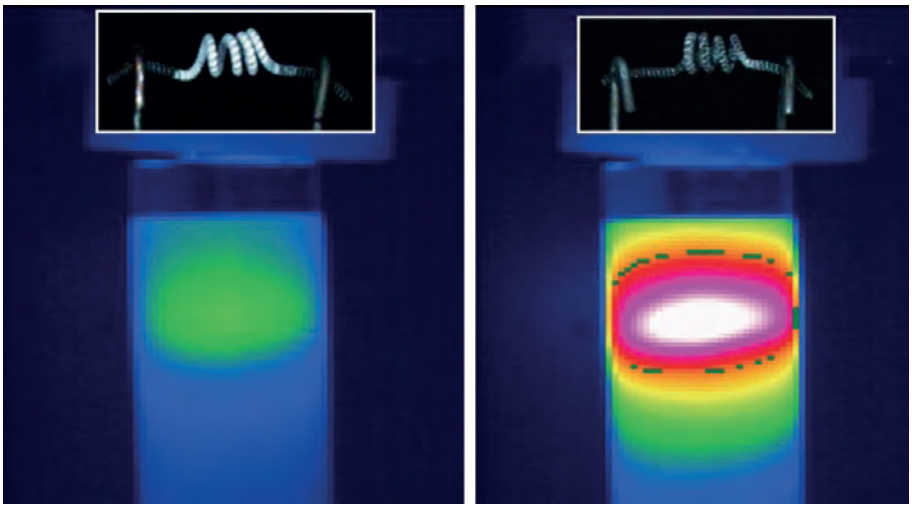


BILD 1
Neue Elektrode (links) und Elektrode am Ende der Lebensdauer der Lampe (rechts), Oberflächentemperatur der Leuchtstofflampe im Vergleich

EINLEITUNG

1.1 Erhöhter Leistungsumsatz in der Elektrode am Lebensdauerende der Leuchtstofflampe

Wenn das Emittermaterial der Elektrode (Wendel der üblichen Zweistiftlampe) am Lebensdauerende der Lampe aufgebraucht ist, oder aus anderen Gründen seine Emissionsfähigkeit verliert, wird der Austritt der Elektronen erschwert, was zu einem erhöhten Spannungsfall an der Elektrode führt. Durch den Betrieb der Lampe mit konstantem Strom, das elektronische Vorschaltgerät ist in der Regel näherungsweise eine Konstantstromquelle, entsteht eine hohe Verlustleistung, die die Glasoberfläche im Bereich der Elektrode stark erhitzt. Dieser Vorgang wird häufig als „End of life (EOL)-Effekt" bezeichnet und äußert sich elektrotechnisch im so genannten „partiellen Gleichrichtereffekt" und in einem deutlich erhöhten Leistungsumsatz in der Elektrode. Die entstehenden Oberflächentemperaturen der Lampenenden können ohne weitere Maßnahmen Werte erreichen, die im Bereich der Schmelztemperatur des Lampenglases liegen können.

1.2 Begrenzung der Oberflächentemperatur von Leuchtstofflampen am Ende der Lebensdauer mit elektronischen Betriebsgeräten in Leuchten der Allgemeinbeleuchtung

Bei Nennbetrieb der Leuchtstofflampe liegt die Temperatur an der Oberfläche, lampenmittig, abhängig vom Lampentyp und den thermischen Betriebsbedingungen, etwa im Bereich von 75 °C bis 120 °C, im Bereich der Elektroden der Lampen auch darüber.

Am Ende der Lebensdauer der Leuchtstofflampen kann der Leistungsumsatz in den Elektroden ansteigen. Dadurch steigt die Temperatur der Lampenoberfläche im Bereich der Elektroden stark an, insbesondere bei Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser des Glaskolbens von 16 mm und kleiner.

Da die Lampentemperaturen brandschutztechnisch relevante Werte erreichen können, wird die Oberflächentemperatur von Leuchtstofflampen entsprechend dem Stand der Technik normativ [6] begrenzt, indem das elektronische Betriebsgerät die Leuchtstofflampe abschaltet, wenn der Leistungsumsatz in den Elektroden der Lampe bestimmte Grenzwerte erreicht. Für elektronische Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen mit einem Nenndurchmesser des Glaskolbens von 12 mm und von 16 mm wird das Abschaltkriterium, bezogen auf den Nenndurchmesser des Glaskolbens, in der entsprechenden Norm [6] angegeben.

Dies gilt für alle elektronischen Betriebsgeräte für den Hochfrequenzbetrieb von Leuchtstofflampen nach IEC 60081.

Damit muss auch die Funktionalität von elektronischen Vorschaltgeräten für Leuchtstofflampen in explosionsgeschützten Leuchten darauf ausgerichtet sein, den Zusammenhang von Temperatur an der Lampenoberfläche am Lebensdauerende der Lampen und Leistungsumsatz in den Elektroden im Sinne der sicherheitstechnischen Anforderungen an explosionsgeschützte Leuchten zu berücksichtigen.

➔

1.3 Begrenzung der Oberflächentemperatur von Leuchtstofflampen am Ende der Lebensdauer mit elektronischen Betriebsgeräten in explosionsgeschützten Leuchten

1.3.1 Einstufung von explosionsgeschützten Leuchten in Temperaturklassen

Die normativ festgelegten Prüfbedingungen für die Messung der Temperatur der Oberfläche der Komponenten von explosionsgeschützten Leuchten mit Leuchtstofflampen zur Temperaturklasseneinstufung der Ex-Leuchte [7] fordern lediglich eine Messung bei Betrieb des elektronischen Vorschaltgerätes im erweiterten Eingangsspannungsbereich und bei ungünstigsten thermischen Umgebungsbedingungen. Da die bei diesen Prüfbedingungen an der Lampe gemessene Temperatur in der Regel unterhalb von 130 °C liegt, hat sich international für diese Leuchten eine Einstufung in die Temperaturklasse T4 etabliert. Die entsprechend der Temperaturklasse T4 maximal zulässige Oberflächentemperatur von 130 °C ist beim Betrieb der Leuchte einzuhalten.

1.3.2 Temperaturen an Leuchtstofflampen an deren Lebensdauerende

Vor dem Hintergrund der Temperaturklasseneinstufung von explosionsgeschützten Leuchten war im Zusammenhang mit den Anforderungen der Norm EN 61347-2-3 [6] die Frage zu klären, welche Werte die Temperatur der Oberfläche von Leuchtstofflampen in Abhängigkeit der Elektrodenleistung bei ungünstigsten thermischen Bedingungen annehmen kann und bei welcher Elektrodenleistung die Lampe zur Einhaltung der Temperaturgrenze von 130 °C abgeschaltet werden müsste.

Einen Anhaltspunkt zur Abschätzung der Verhältnisse gab es nicht, da für elektronische Vorschaltgeräte des in explosionsgeschützten Leuchten mit am häufigsten verwendeten Leuchtstofflampentyps mit einem Durchmesser des Glaskolbens von 26 mm in der betreffenden Norm EN 61347-2-3 [6] kein Abschaltkriterium angegeben wird.

1.3.2.1 Oberflächentemperatur von real gealterten Leuchtstofflampen

Der Zusammenhang von Lampentemperatur und Elektrodenleistung für Leuchtstofflampen mit einem Nenndurchmesser von 26 mm musste in einem ersten Schritt durch thermische Messungen an 40 real gealterten Leuchtstofflampen ermittelt werden. Diese Leuchtstofflampen waren bereits zu Beginn der Messungen in einem fortgeschrittenen Alterungszustand.

Die in den Elektroden derartiger Lampen umgesetzte Leistung unterliegt starken zeitlichen Schwankungen (das Emittermaterial war weitgehend verbraucht). Die Zuordnung der Temperatur der Oberfläche der Lampe im Bereich der Elektrode zu der in einer Elektrode umgesetzten Leistung konnte deshalb nicht bei thermischer Beharrung, sondern nur für kürzere Zeiträume mit relativ geringer Schwankung der Lampenspannung erfolgen.

Die Messergebnisse gestatten die grundsätzliche Aussage, dass zur Einhaltung der maximal zulässigen Oberflächentemperatur von 130 °C an Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser des Glaskolbens bis 26 mm die Elektrodenleistung auf nur wenige Watt begrenzt werden müsste (**BILD 2**).

Eine Elektrodenleistung von wenigen Watt als Abschaltkriterium eines elektronischen Vorschaltgerätes führt bei neuen, noch nicht eingebrannten Leuchtstofflampen zu Startproblemen. Die in den Elektroden neuer Leuchtstofflampen anfänglich umgesetzte Leistung ist an den beiden Enden unterschiedlich groß, und die Leistungsdifferenz kann im Bereich von einigen Watt liegen. Neue Leuchtstofflampen würden damit praktisch das Abschaltkriterium erfüllen, wenn dieses entsprechend niedrig festgelegt ist. Das für eine maximal zulässige Oberflächentemperatur von 130 °C (**BILD 3**, T_{T4}) aus dem Zusammenhang von Lampentemperatur und Leistungsumsatz in der Elektrode abgeleitete Abschaltkriterium (**BILD 3**, P^{T4}_{max}) ist für das elektronische Vorschaltgerät praktisch nicht anwendbar.

1.3.2.2 Temperaturklasse und Oberflächentemperatur

Eine Überschreitung der maximalen Oberflächentemperatur der Temperaturklasse T4 wäre gemäß Abschnitt 5.3.3 der EN/IEC 60079-0 auf der Lampenoberfläche (**BILD 3**, T_0) in Leuchten der Gruppe II zulässig, wenn durch Prüfungen im entsprechenden explosionsfähigen Gemisch mit einem der Temperaturklasse T4 entsprechenden Sicherheitsfaktor sichergestellt ist, dass keine Zündgefahr durch diese Oberfläche besteht.

Das normative Flächenkriterium von 1.000 mm² wird dabei z.B. nur auf den Teil der Lampenoberfläche bezogen, auf dem die Temperatur größer als die Oberflächentemperatur der Temperaturklasse T4 ist, also auf den zündphysikalisch relevanten Teil der Lampenoberfläche, durch deren Temperatur ein explosionsfähiges Gemisch gezündet werden könnte (**BILD 1**).

Die Anwendung dieses sicherheitstechnischen Konzepts schien möglich, weil die thermografische Bestimmung der Oberflächentemperatur bei der Untersuchung der bereits erwähnten (real) gealterten T8-Leuchtstofflampen ergab, dass auch bei höheren Temperaturwerten die Fläche, auf der die maximale Oberflächentemperatur der Temperaturklasse T4 von 130 °C überschritten wird, nur wenige cm² beträgt.

Das sicherheitstechnische Konzept basiert demnach auf der Möglichkeit der Überschreitung der maximalen Oberflächentemperatur der Temperaturklasse und der Bestimmung einer maximal zulässigen Oberflächentemperatur unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors aus experimentellen Untersuchungen der konkreten Oberfläche im explosionsfähigen Gemisch entsprechend der Temperaturklasse der Leuchte (**BILD 3**).

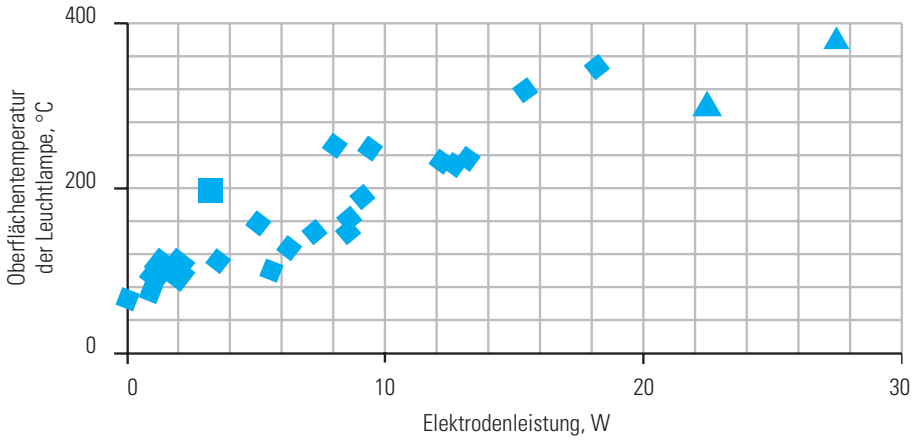


BILD 2
Temperaturmessungen an real gealterten Leuchtstofflampen

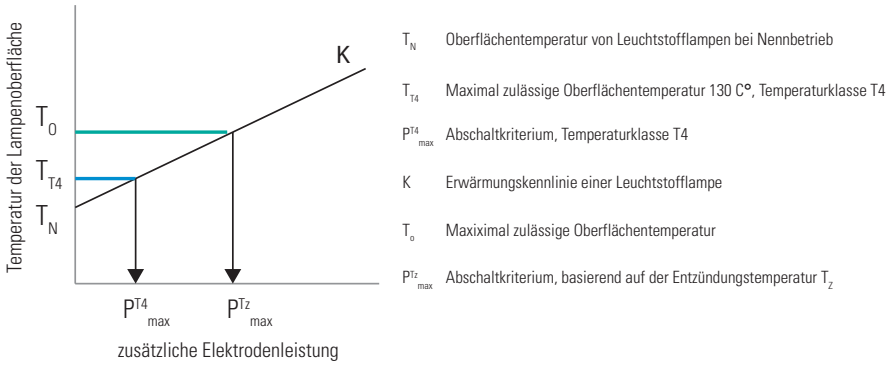


BILD 3
Sicherheitstechnisches Konzept für explosionsgeschützte Leuchten unter Berücksichtigung der Anforderungen der EN/IEC 61347-2-3

1.3.2.3 Oberflächentemperatur von Leuchtstofflampen

Ausgehend von der maximal zulässigen Oberflächentemperatur T_o muss das Abschaltkriterium (**BILD 3**) P^{Tz}_{max} für das elektronische Vorschaltgerät auf der Grundlage der sicherheitstechnisch ungünstigsten Erwärmungskennlinie (**BILD 3**, K) ermittelt werden.

Wenn ein Vorschaltgerät mit einem implementierten Abschaltkriterium (**BILD 3**) P^{Tz}_{max} in der praktischen Anwendung auf eine Leuchtstofflampe trifft, deren Erwärmungskennlinie steiler verläuft, als die zur Ermittlung des Abschaltkriteriums verwendete Erwärmungskennlinie K (**BILD 3**), hat in diesem Fall die Lampe bei Abschalten des EVG die maximal zulässige Oberflächentemperatur bereits überschritten.

Die Erwärmungskennlinie K ist die Funktion der Maximaltemperatur der zündphysikalisch relevanten Fläche der Leuchtstofflampe im Bereich der Elektrode von der in der Elektrode zusätzlich (bei Alterung oder versuchstechnisch) umgesetzten elektrischen Leistung.

Die Temperatur der Oberfläche der Lampe wird wesentlich durch die in der Elektrode umgesetzte Leistung bestimmt.

Bei gegebenem Leistungsumsatz im Bereich der Elektrode bestimmt die räumliche und axiale Ausrichtung der Lampe die Oberflächentemperatur, es existiert ein zündphysikalisch relevantes Temperaturmaximum, abhängig von der Ausrichtung der Lampe.

Lampen mit unterschiedlichem Durchmesser des Glaskolbens haben bei gleicher Elektrodenleistung eine unterschiedlich große Oberflächentemperatur.

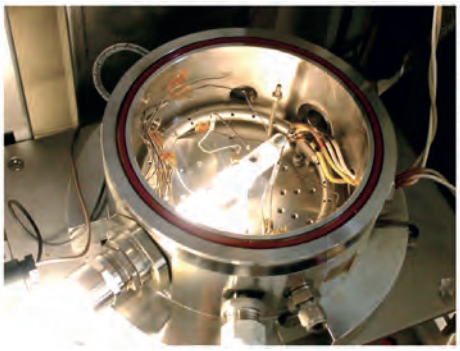
Eine Veränderung der Position der Elektrode im Glaskolben bei Veränderung des Leistungsumsatzes in der Elektrode beim Durchfahren der Kennlinie T = f *(P)* (**BILD 3**, K) kann den Kennlinienverlauf zur sicherheitstechnisch ungünstigen Seite beeinflussen (durch thermisch bedingte Materialspannungen der Elektrodenhalterung).

Einfluss auf die Temperatur der Lampenoberfläche hat auch die lampenleistungsabhängige Eigenerwärmung der Leuchtstofflampe. Eine längere Lampe hat eine höhere Leistungsaufnahme, kann aber auch mehr Wärme an die Umgebung abgeben.

Bei höherer Umgebungstemperatur der Lampe steigt die Temperatur der Lampenoberfläche im Bereich der Elektrode. Die Erhöhung der Umgebungstemperatur der Lampe über 30 °C hinaus führt aber wiederum zu einer Reduzierung des Leistungsumsatzes der Lampe im Bereich von 20 % der Nennleistung und zu einer entsprechenden Verminderung der Temperatur der Lampenoberfläche im Bereich der Elektrode.
Herstellerbedingte Besonderheiten der Elektrodenkonstruktion bei ansonsten vergleichbaren Messbedingungen kann die Temperatur im Bereich der Elektrode beeinflussen.

Aus der Überlagerung der Wirkung der genannten Faktoren ergeben sich im Bereich der Elektroden der Lampe die Position und der Wert des zündphysikalisch relevanten Temperaturmaximums sowie die Temperaturverteilung der Oberflächentemperatur der Leuchtstofflampe, d.h. die Erwärmung der Leuchtstofflampe bei Betrieb und bei Alterung in einer Leuchte.

➔



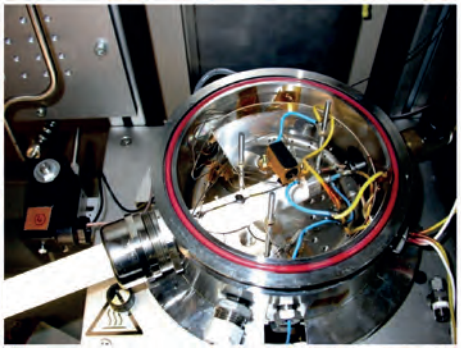


BILD 4 LINKS:
Versuchsgefäß mit T5-Lampe
BILD 5 RECHTS:
Versuchsgefäß mit T8-Lampe

Der erhöhte Leistungsumsatz der Elektrode einer real gealterten Lampe wird für die messtechnischen Untersuchungen durch externe Einspeisung einer konstanten elektrischen Leistung in die Elektrode der zu untersuchenden Lampe erzeugt. Zur Messung der Erwärmungskennlinie K als Funktion der Elektrodenleistung muss der Zustand der thermischen Beharrung an der Messstelle erreichbar sein.

An der Stelle des Temperaturmaximums wird ein Thermoelement zur Messung der Oberflächentemperatur bei zündphysikalischen Untersuchungen positioniert.

Leuchtstofflampen eines Nenndurchmessers weisen unterschiedliche Widerstandswerte der Elektrode auf. Das kann eine so hohe Spannung an den Lampenstiften erfordern, dass Querentladungen in der Lampe an den Haltedrähten der Elektrode eine thermische Messung bei höherer Elektrodenleistung unmöglich machen. Die Erwärmung der Lampe bei höherer Elektrodenleistung muss in diesem Fall aus den Messwerten der Temperatur bei kleinerer Elektrodenleistung extrapoliert werden. Bei der Vielzahl der Faktoren, die die Temperatur letztlich bestimmen, und der Notwendigkeit, die sicherheitstechnisch ungünstigste Kennlinie für einen Lampendurchmesser zu finden, entsteht insbesondere, bezogen auf Lampen mit einem Durchmesser von 16 mm und kleiner, eine zusätzliche Unsicherheit bei der Kennlinienbestimmung, die schwer abzuschätzen ist.

Zur Ableitung eines Abschaltkriteriums für elektronische Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen in explosionsgeschützten Leuchten entsprechend **BILD 3**, unter Berücksichtigung der Anforderungen der EN 61347-2-3 bezüglich der Begrenzung der Elektrodenleistung am Lebensdauerende der Lampe und der Anforderungen der Norm EN 60079-0 nach Begrenzung der maximal zulässigen Oberflächentemperatur entsprechend der Temperaturklasseneinstufung der Leuchte, ist jeweils, auf den Nenndurchmesser der Leuchtstofflampe bezogen, die Kenntnis folgender Angaben erforderlich:

- die Entzündungstemperatur als Funktion der Umgebungstemperatur der Leuchtstofflampe und
- die sicherheitstechnisch relevante Erwärmungskennlinie als Funktion der Elektrodenleistung.

2. EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

2.1 Entzündungstemperatur von T5- und T8 Leuchtstofflampen

Wenn die Oberflächentemperatur der Leuchtstofflampe groß genug ist, kann eine umgebende explosionsfähige Atmosphäre entzündet werden. Im vorliegenden Fall einer inhomogenen Temperaturverteilung an der zu untersuchenden Oberfläche wird das kleinste Temperaturmaximum der Oberflächentemperatur der Lampe im Bereich der Elektrode gesucht, bei dem in Abhängigkeit von der Temperatur der umgebenden explosionsfähigen Atmosphäre gerade noch eine Entzündung beobachtet werden kann.

2.1.1 Versuchsdurchführung

Die Temperatur der Lampe kann nur im Bereich der Elektroden Werte annehmen, die zur Entzündung führen. Dieser als zündphysikalisch relevant definierte Teil der Lampenoberfläche befindet sich in einem Versuchsgefäß, bestehend aus einem beheizbaren Unterteil aus Edelstahl (**BILD 4 UND 5**) und einem beheizbaren Oberteil aus Glas.

Die Lampe befindet sich in waagerechter Position, axial auf Temperaturmaximum „oben" gedreht. Die Abstände Boden-(Versuchsgefäß)-Lampe und Lampe-Reflektor entsprechen etwa den konstruktiven Gegebenheiten in Leuchten verschiedener Hersteller.

Die Versuche zur Bestimmung der Entzündungstemperatur erfolgten sowohl für die freiliegende Lampe (**BILD 4**, entspricht der Wandmontage der Leuchte) als auch für die Lampe mit darüber befindlichem Reflektor (**BILD 5,** entspricht der Deckenmontage der Leuchte).

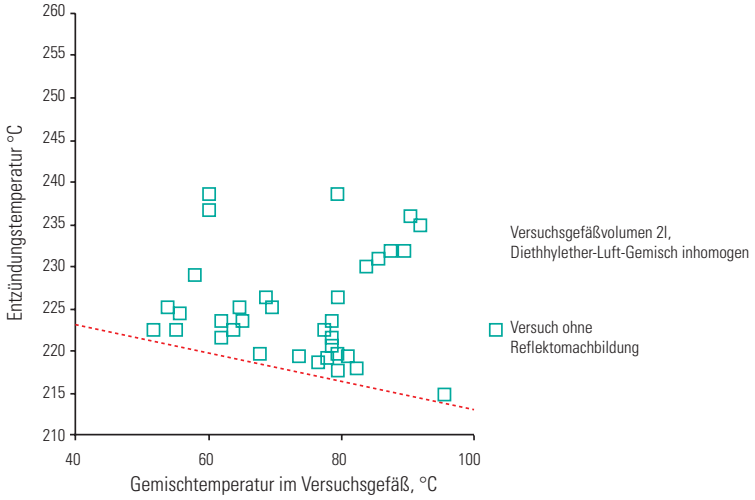


BILD 6
Zündversuche mit Leuchtstofflampen bei einem Durchmesser des Glaskolbens 26 mm (T8-Lampe), Zündung des Gemisches

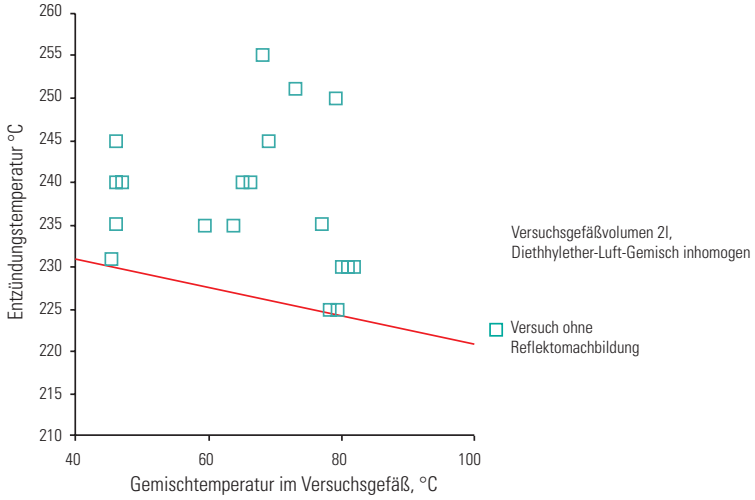


BILD 7
Zündversuche mit Leuchtstofflampen bei einem Durchmesser des Glaskolbens 16 mm (T5-Lampe), Zündung des Gemisches

Nachdem das beheizte geschlossene Versuchsgefäß und die in Betrieb befindliche Lampe die thermische Beharrung erreicht haben, wird Diethylether unterhalb der Lampe in eine Mulde im Unterteil des Versuchsgefäßes eingetröpfelt. Die Verfahrensweise bei der Arbeit mit einem inhomogenen Diethylether-Luft-Gemisch ist in [1] , [2] und [3] beschrieben.

Ein Thermoelement im Bereich der Elektrode befindet sich etwa 1 cm über der Leuchtstofflampe zur Messung der Geschwindigkeit der Temperaturänderung des Reaktionsgemisches und zur Klassifizierung des Reaktionsverlaufs des jeweiligen Versuchs in „Entzündung" bzw. „Nichtzündung".

Die Temperatur der Oberfläche der Lampe im Bereich der Elektrode wird von Versuch zu Versuch durch Veränderung der Heizleistung der Elektrode in kleinen Schritten von hohen zu niedrigeren als auch von niedrigen zu höheren Temperaturwerten verändert, bis bei dem Versuch entweder keine Entzündung mehr oder bis wieder eine Entzündung auftritt. Die Versuche werden mit unterschiedlicher Menge des eingetröpfelten Diethylethers und bei unterschiedlicher Gemischtemperatur wiederholt, bis die geringste Temperatur bestimmt ist, bei der gerade noch eine Entzündung registriert wird und die höchste Temperatur bestimmt ist, bei der gerade keine Entzündung mehr detektiert werden kann.

2.1.2 Ergebnisse der Untersuchungen mit explosionsfähigem Gemisch

Das Ergebnis „Entzündung" bzw. „Nichtzündung" des jeweiligen Versuches wird grafisch den Koordinaten „Gemischtemperatur" und „Entzündungstemperatur" zugeordnet. In den **BILD 6 und 7** sind für eine übersichtliche Darstellung beispielhaft nur die Versuchsergebnisse für den Fall der Entzündung der umgebenden explosionsfähigen Atmosphäre dargestellt.

Auf der rot punktierten Linie (**BILD 6 und 7**) liegen die der Gemischtemperatur des explosionsfähigen Gemisches entsprechenden niedrigsten Temperaturen der Oberfläche der Leuchtstofflampe, bei denen eine Entzündung beobachtet wurde.

➔

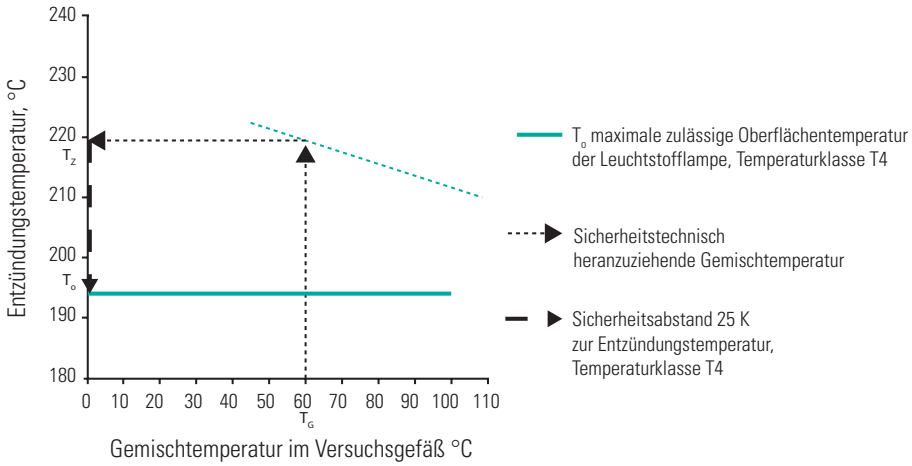


BILD 8
Bestimmung der maximal zulässigen Oberflächentemperatur von T8-Lampen, Gemisch hat (beim Ansaugen) eine maximale Temperatur von 60 °C

Diese Kennlinie dient im Weiteren als Basis zur Bestimmung der maximal zulässigen Oberflächentemperatur der Leuchtstofflampe in einer in die Temperaturklasse T4 eingestuften Leuchte, abhängig von der Temperatur der umgebenden explosionsfähigen Atmosphäre und abhängig vom entsprechend IEC/EN 60079-0 angewendeten Verfahren zur Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors nach Abschnitt 5.3.3 und Abschnitt 26.5.3. dieser Norm.

Die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen für Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser von 26 mm (T8-Lampen) und für Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser von 16 mm (T5-Lampen) sind in **BILD 6 UND 7** dargestellt.

2.1.3 Bestimmung der maximal zulässigen Oberflächentemperatur

Die Umgebungstemperatur einer Langfeldleuchte mit Leuchtstofflampen darf normativ festgelegt maximal 60 °C betragen.

Die Umgebungstemperatur der Leuchtstofflampe in der explosionsgeschützten Leuchte wird von einer Vielzahl von Faktoren bestimmt. Sie ist gemessen bei einer Umgebungstemperatur der Leuchte von 60 °C bei T8-Lampen etwa um 15 K, bei T5-Lampen etwa 20 K höher als die maximale Umgebungstemperatur der Leuchte.

In einer Leuchte der Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit" kann explosionsfähiges Gemisch auftreten. Welche Ausgangstemperatur des explosionsfähigen Gemisches angenommen wird, um die maximal zulässige Oberflächentemperatur der Lampe zu bestimmen, ist Gegenstand einer Risikoeinschätzung, ausgehend von den zu erwartenden Einsatzbedingungen der Leuchte. Grundsätzlich können zwei Fälle unterschieden werden.

Im ersten Fall hat sich das Gemisch in der Leuchte (T_G) auf die Umgebungstemperatur der Lampe in der Leuchte von etwa 75 bis 80°C erwärmt, bevor die Lampenoberfläche im Bereich der Elektroden Temperaturen erreicht, die zur Entzündung führen können.

Im zweiten Fall hat die Lampe bereits eine hohe Temperatur erreicht, wenn das Gemisch – normalerweise mit einer Temperatur mit der maximal zulässigen Umgebungstemperatur der Leuchte von 60 °C – angesaugt wird.

Grundsätzlich denkbar ist eine Variante des zweiten Falls, dass mehrmals Gemisch mit einer Temperatur von 60 °C angesaugt wird, das sich in der Leuchte auf die Umgebungstemperatur der Lampe von T_G = 75…80 °C erwärmt, bevor die Lampe entzündungsfähige Temperaturen erreicht.

In jedem Fall ist die sicherheitstechnisch relevante Temperatur T_G im Bereich von 60 °C bis 80 °C Ausgangspunkt auf der Achse in **BILD 8 UND 9** „Gemischtemperatur im Versuchsgefäß (in der Leuchte)" für die Bestimmung der maximal zulässigen Oberflächentemperatur der Leuchtstofflampe T_o (**BILD 3**).

2.1.3.1 Sicherheitsfaktor über die Erhöhung der Temperatur des zu prüfenden Bauteils

Wenn der Sicherheitsfaktor (Temperaturklasse T4) nicht in die Versuchsbedingungen gelegt wird, bestimmt die Projektion des Schnittpunktes der Senkrechten durch T_G (auf der Achse „Gemischtemperatur im Versuchsgefäß") mit der grün punktierten Linie auf die Achse der „Entzündungstemperatur" die entsprechende kleinste Entzündungstemperatur T_Z . Die maximal zulässige Oberflächentemperatur T_0 ergibt sich aus T_Z abzüglich 25 K Sicherheitsfaktor (**BILD 8**).

2.1.3.2 Sicherheitsabstand über die Erhöhung der Gemischtemperatur

Wenn der Sicherheitsfaktor durch Erhöhung der Umgebungstemperatur des zündfähigen Bauteils bestimmt werden soll, wird die Senkrechte durch den Punkt gelegt T_{G+25K}. Die maximal zulässige Oberflächentemperatur T_o ergibt sich in diesem Fall aus der Projektion des Schnittpunktes der Senkrechten durch T_{G+25K} mit der grün punktierten Linie auf die Achse „Entzündungstemperatur" (**BILD 9**).

2.1.3.3 Risikoabschätzung und maximal zulässige Oberflächentemperatur

Ausgehend von der angenommenen Temperatur des die Leuchtstofflampe umgebenden Gasgemisches im Moment einer möglichen Entzündung und der gewählten Variante der Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors entsprechend EN 60079-0 kann sich für die T8-Leuchtstofflampe die maximale zulässige Oberflächentemperatur (**TABELLE**) wie folgt ergeben:

➔

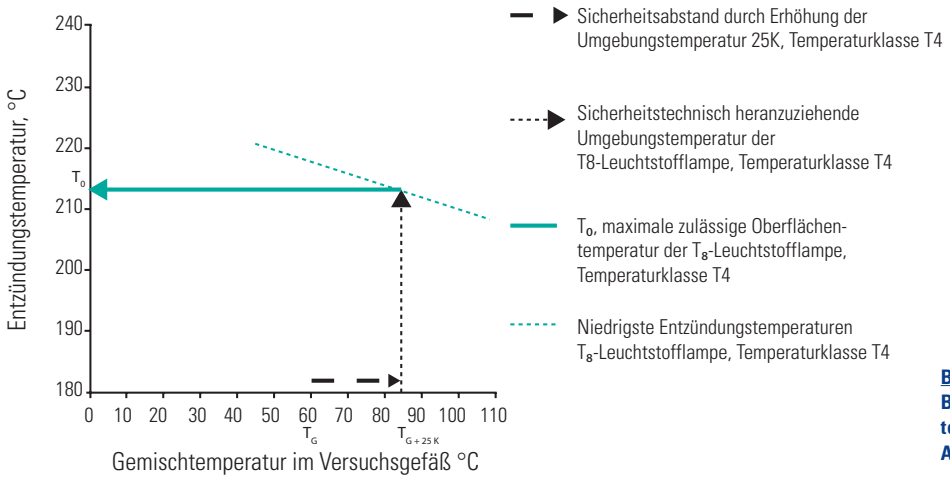


BILD 9
Bestimmung der maximal zulässigen Oberflächentemperatur von T8-Lampen, Gemisch hat beim Ansaugen eine maximale Temperatur von 60 °C

MAXIMAL ZULÄSSIGE OBERFLÄCHENTEMPERATUR DEER T8-LEUCHTSTOFFLAMPE, TEMPERATURKLASSE T4

	SICHERHEITSFAKTOR VON 25 K BERÜCKSICHTIGT DURCH	
GEMISCHTEMPERATUR	ERHÖHUNG DER UMGEBUNGSTEMPERATUR	ERHÖHUNG DER TEMPERATUR DES BAUTEILS
40°C	218°C	198 °C
60°C	214°C	195 °C
75°C	211°C	190 °C

MAXIMAL ZULÄSSIGE OBERFLÄCHENTEMPERATUR DEER T5-LEUCHTSTOFFLAMPE, TEMPERATURKLASSE T4

	SICHERHEITSFAKTOR VON 25 K BERÜCKSICHTIGT DURCH	
GEMISCHTEMPERATUR	ERHÖHUNG DER UMGEBUNGSTEMPERATUR	ERHÖHUNG DER TEMPERATUR DES BAUTEILS
40°C	226°C	206 °C
60°C	223°C	202 °C
75°C	221°C	200 °C

2.2 Erwärmungskennlinien von Leuchtstofflampen

2.2.1 Typische Erwärmungskennlinie von Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser des Glaskolbens von 26 mm (T8-Lampe)

Eine T8-Leuchtstofflampe mit einer Nennleistung von 36 W wurde in einer Thermobox bei definierter und geregelter Umgebungstemperatur, in horizontaler Lage und axial auf Temperaturmaximum bei gegebener zusätzlich eingespeister Elektrodenleistung ausgerichtet, vermessen. Die Positionierung des Thermoelements zur Messung der Oberflächentemperatur erfolgte vorab an der Stelle des Temperaturmaximums der zündphysikalisch relevanten Fläche.

Die Temperatur der Lampenoberfläche bei einer zusätzlichen Elektrodenleistung von null Watt entspricht in diesem Fall der Eigenerwärmung der Leuchtstofflampe bei einem Leistungsumsatz der Elektrode, die 100 h eingebrannt wurde. Die zusätzliche Elektrodenleistung gemäß **BILD 10** entspricht dem Leistungsumsatz in einer Elektrode einer im Betrieb befindlichen Leuchtstofflampe mit zusätzlich eingespeister Gleichstromleistung, die den alterungsbedingt erhöhten Elektrodenfall einer Lampe weitgehend nachbildet.

Unter Berücksichtigung weiterer durchgeführter Vergleichsmessungen auch mit 58 W-T8-Lampen können die Erwärmungskennlinien einer 36 W T8-Leuchtstofflampe im Bereich der zusätzlichen Elektrodenleistung von 6 W bis 10 W als sicherheitstechnisch typisch für Leuchtstofflampen mit einem Lampendurchmesser von 26 mm hinsichtlich der Steigung der Kennlinie und hinsichtlich der Verschiebung der Kennlinie bei Veränderung der Umgebungstemperatur angesehen werden.

Im Bereich der Elektrodenleistung von 6 bis 9 W (**BILD 10**) steigen die Kennlinien mit einem mittleren Wert von 29 K/3W (9,7 K/W) an.

Bei einer Vergrößerung der Umgebungstemperatur der Lampe verschiebt sich die Kennlinie etwa um einen Betrag von 8 K bei einer Änderung der Umgebungstemperatur der Lampe um 15 K (0,53 K/K). Die Faktoren werden bei folgenden Umrechnungen von Messergebnissen benötigt.

2.2.2 Streuung der Erwärmungskennlinie von Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser des Glaskolbens von 26 mm (T8-Lampe)

Um ausgehend von der typischen Kennlinie die sicherheitstechnisch ungünstigste zu ermitteln, wurde an einer Stichprobe von Leuchtstofflampen von 10 verschiedenen Herstellern (je 4 Lampen 36 W und 58 W: Radium (Germany), OSRAM (Germany), Sylvania (Germany), Philips (Poland), GE (Hungary), NARVA (Germany), AURA (Sweden), je 4 F32-Lampen: NARVA (Germany), USA, Canada) (Durchmesser des Glaskolbens 26 mm), bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C und bei einer zusätzlichen Elektrodenleistung von 8 W thermografisch die Temperatur der Lampenoberfläche im Bereich der Elektrode gemessen.

Da die Elektrodenleistung von 10 W aktuell die normativ [7] festgelegte Abschaltschwelle für elektronische Vorschaltgeräte für T8-Leuchtstofflampen in explosionsgeschützten Leuchten ist, erfolgte die Umrechnung der Messwerte (Messbedingungen 8 W, 25 °C) mit den oben ermittelten Faktoren auf die Elektrodenleistung von 10 W und auf die Umgebungstemperatur von 75 °C. Die Ergebnisse der Umrechnung sind in **BILD 11** dargestellt.

2.2.3 Sicherheitstechnisch relevante Erwärmungskennlinie von Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser des Glaskolbens von 26 mm (T8-Lampe)

Von der maximalen Oberflächentemperatur der gemessenen T8-Leuchtstofflampen ausgehend, kann mit Hilfe der oben angegebenen Faktoren die sicherheitstechnisch ungünstigste Erwärmungskennlinie für T8-Leuchtstofflampen (für den Bereich von 6 W bis 10 W zusätzliche Elektrodenleistung) bestimmt werden (**BILD 12**).

Die Erwärmungskennlinie basiert auf Messungen der Oberflächentemperatur von Leuchtstofflampen 10 verschiedener Hersteller. Zur Zeit ist nicht bekannt, ob darüber hinaus weltweit T8-Leuchtstofflampen für explosionsgeschützte Leuchten verfügbar sind, deren Oberflächentemperatur, gemessen bei den in diesem Bericht genannten Bedingungen, oberhalb der bisher ermittelten ungünstigsten Temperatur liegen würde (**BILD 11**).

Der aktuell im Rahmen der Überarbeitung der EN/IEC 60079-7 zur Diskussion gestellte Vorschlag hinsichtlich der Abschaltschwelle von elektronischen Vorschaltgeräten für Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser des Glaskolbens von 26 mm in explosionsgeschützten Leuchten sieht folgende Differenzierungen vor (**BILD 13**):

- 10 W bei einer maximalen Umgebungstemperatur der Leuchte von 40 °C,
- 8 W bei einer maximalen Umgebungstemperatur der Leuchte von 60 °C,
- 10 W bei einer Umgebungstemperatur der Leuchte bis 60 °C bei Einstufung in die Temperaturklasse T3.

2.2.4 Temperaturklasse T3 für Leuchten mit Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser des Glaskolbens von 26 mm (T8-Lampe)

Die Temperaturklasse T3 erfordert die Einhaltung einer maximalen Oberflächentemperatur von 200 °C. Bei einer zulässigen Umgebungstemperatur der Leuchte von 60 °C und einer Abschaltschwelle des EVG von 10 W zum Zeitpunkt der Abschaltung der Lampe wird die zulässige Oberflächentemperatur der Temperaturklasse überschritten.

Bei Überschreitung der maximalen Oberflächentemperatur der Temperaturklasse T3 müsste die Sicherheit wie bereits beschrieben (**BILD 2**) durch Entzündungsversuche mit Gas-Luft-Gemischen [7], die für die Temperaturklasse T3 repräsentativ sind, bestimmt werden. Entzündungsversuche mit der heißen, inhomogen erwärmten Oberfläche von Leuchtstofflampen wurden noch nicht durchgeführt.

Einen Anhaltspunkt zur Bestimmung einer zulässigen Oberflächentemperatur der T8-Leuchtstofflampe, bei Überschreitung der maximal zulässigen Oberflächentemperatur von 200 °C an einer in die Temperaturklasse T3 eingestuften Leuchte gibt der Bericht [3]. Demnach läge die maximal zulässige Oberflächentemperatur der Lampe unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors von 50 K [7] (Sicherheitsfaktor über die Erhöhung der Bauteiltemperatur) für die ungünstigste T3-Substanz (interpoliert für eine Gemischtemperatur von 80 °C) bei etwa 235 °C.

➔

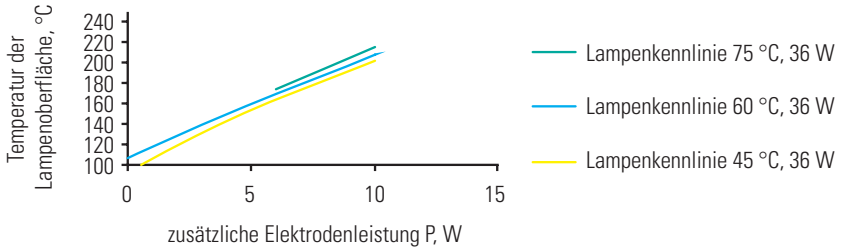


BILD 10
Erwärmungskennlinien einer 36 W T8-Leuchtstofflampe (Lampenseite ohne Beschriftung)

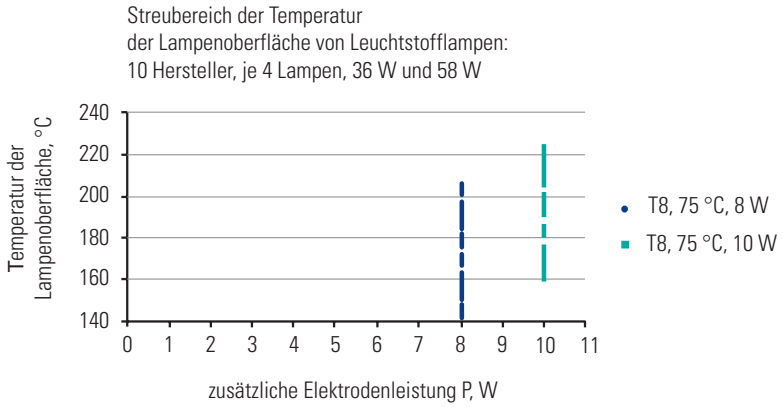


BILD 11
Streuung der Oberflächentemperatur von T8-Leuchtstofflampen verschiedener Hersteller, gemessen bei 25 °C und einer Elektrodenleistung von 8 W, und umgerechnet auf eine Umgebungstemperatur der Lampe in der Leuchte von 75 °C bzw. auf eine zusätzliche Elektrodenleistung P von 10 W entsprechend der aktuellen normativ festgelegten Abschaltschwelle des EVG für T8-Leuchtstofflampen in explosionsgeschützten Leuchten.

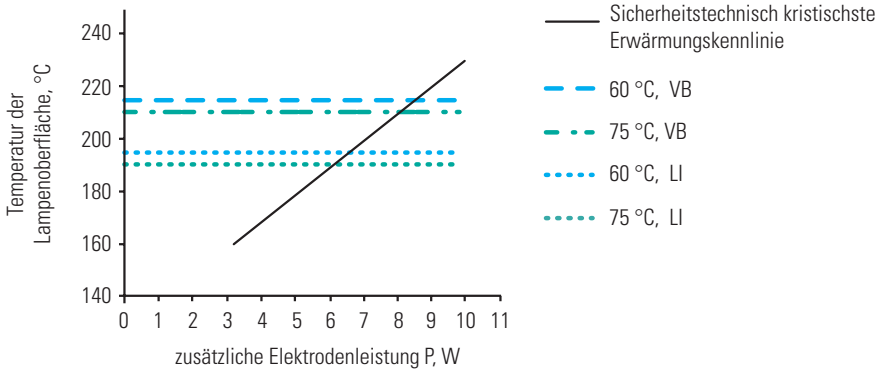


BILD 12
Sicherheitstechnisch relevante Erwärmungskennlinie von Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser des Glaskolbens von 26 mm in Relation zur maximal zulässigen Oberflächentemperatur, abhängig von der sicherheitstechnischen Bewertung, Temperaturklasse T4

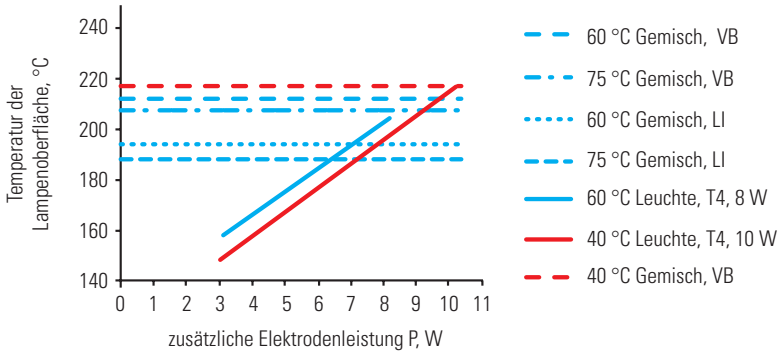


BILD 13
Erwärmungskennlinien bei einer Begrenzung der Elektrodenleistung auf 10 W und bei einer maximalen Umgebungstemperatur der Leuchte von 40 °C bzw. auf 8 W und bei einer maximalen Umgebungstemperatur der Leuchte von 60 °C, Temperaturklasse T4 in Relation zur maximal zulässigen Oberflächentemperatur T_0 von Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser des Glaskolbens von 26 mm, abhängig von der sicherheitstechnischen Bewertung der Anwendungsbedingungen der Leuchte. Sicherheitsfaktor VB (Versuchsbedingungen): Erhöhung der Temperatur des explosionsfähigen Gemisches; Sicherheitsfaktor LI (Linear): Erhöhung der Temperatur des Bauteils (der Lampe)

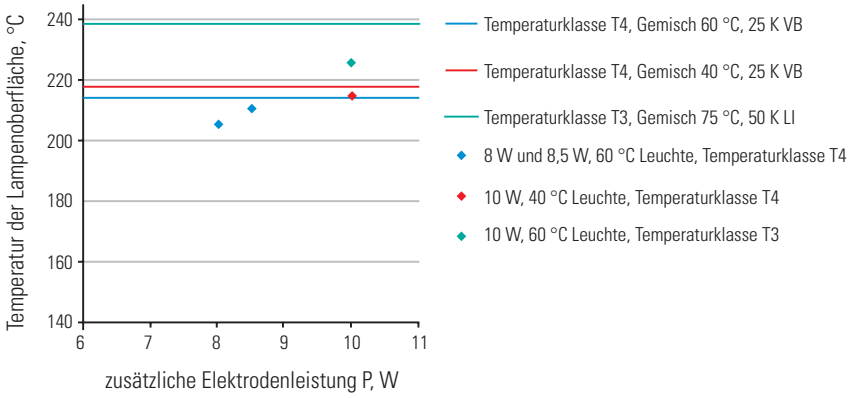

Temperatur der Lampenoberfläche, °C
240
220
200
180
160
140
6 7 8 9 10 11
zusätzliche Elektrodenleistung P, W
Temperaturklasse T4, Gemisch 60 °C, 25 K VB
Temperaturklasse T4, Gemisch 40 °C, 25 K VB
Temperaturklasse T3, Gemisch 75 °C, 50 K LI
8 W und 8,5 W, 60 °C Leuchte, Temperaturklasse T4
10 W, 40 °C Leuchte, Temperaturklasse T4
10 W, 60 °C Leuchte, Temperaturklasse T3

BILD 14
Darstellung einer Variante der Interpretation der Ergebnisse der thermischen und zündtechnischen Untersuchungen mit T8-Leuchtstofflampen. Der jeweiligen maximal zulässigen Oberflächentemperatur (Waagerechte Linien) farblich zugeordnet ist die rechnerisch ermittelte Temperatur der Oberfläche der Lampe, unter der Bedingung, dass der Leistungsumsatz in der Elektrode im Moment der Abschaltung der Lampe durch das EVG den angegebenen Wert der zusätzlichen Elektrodenleistung nicht überschreitet. Angaben jeweils bezogen auf die angegebene maximal zulässige Umgebungstemperatur der Leuchte.

2.2.5 Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen und Bewertungen für Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser des Glaskolbens von 26 mm (T8-Lampe)

Auf **BILD 14** dargestellt sind die maximal zulässigen Oberflächentemperaturen von T8-Leuchtstofflampen unter Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors (waagerechte Linien) bezogen auf die Temperaturklasse. Angegeben ist, in welcher Art und Weise der Sicherheitsfaktor im vorliegenden Fall berücksichtigt wurde und von welcher Temperatur des explosionsfähigen Gemisches ausgegangen wurde.

Die Zulässigkeit der Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors über die Erhöhung der Umgebungstemperatur (VB: Temperatur des explosionsfähigen Gemisches bei den Zündversuchen) ergibt sich aus der Norm.

Weitere Einsatzbedingungen von Leuchten, auch mögliche sicherheitstechnisch relevante Veränderungen der Lampen (z.B. Position der Elektroden) während deren Betriebsdauer, werden nicht berücksichtigt.

2.3 Erwärmungskennlinien von Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser des Glaskolbens von 16 mm (T5-Lampe)

Der aktuell im Rahmen der Überarbeitung der EN/IEC 60079-7 zur Diskussion gestellte Vorschlag hinsichtlich der Abschaltschwelle von elektronischen Vorschaltgeräten für Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser der Glaskolbens von 16 mm mit einer Nennleistung von 8 W und für Leuchtstofflampen mit einer Nennleistung 14 W, 21 W, 28 W und 35 W in explosionsgeschützten Leuchten sieht Differenzierungen vor bezüglich Lampentyp, Temperaturklasse der Leuchte, Umgebungstemperatur der Leuchte und Abschaltschwelle des elektronischen Vorschaltgerätes:

T5-Leuchtstofflampe,
Nennleistung 8 W:

- Temperaturklasse der Leuchte T4, Umgebungstemperatur der Leuchte bis 60 °C, Abschaltschwelle 5 W.

T5-Leuchtstofflampen,
Nennleistung 14 W, 21 W, 28 W und 35 W:

- Temperaturklasse der Leuchte T4, Umgebungstemperatur der Leuchte bis 40 °C, Abschaltschwelle 5 W
- Temperaturklasse der Leuchte T4, Umgebungstemperatur der Leuchte bis 60 °C, Abschaltschwelle 4 W
- Temperaturklasse der Leuchte T3, Umgebungstemperatur bis 60 °C, Abschaltschwelle 5 W.

➔

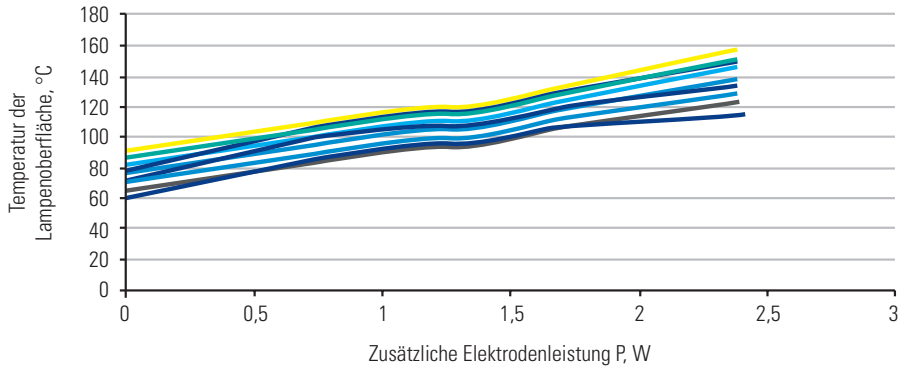


BILD 15
Erwärmungskennlinien der Stichprobe von T5-Leuchtstofflampen, 8 W, Umgebungstemperatur der Lampen 25 °C

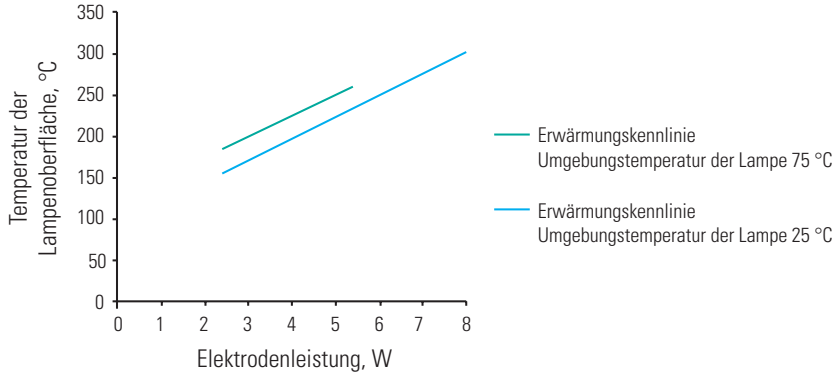


BILD 16
Extrapolierte Erwärmungskennlinien der Lampenstichprobe T5-Leuchtstofflampen 8 W

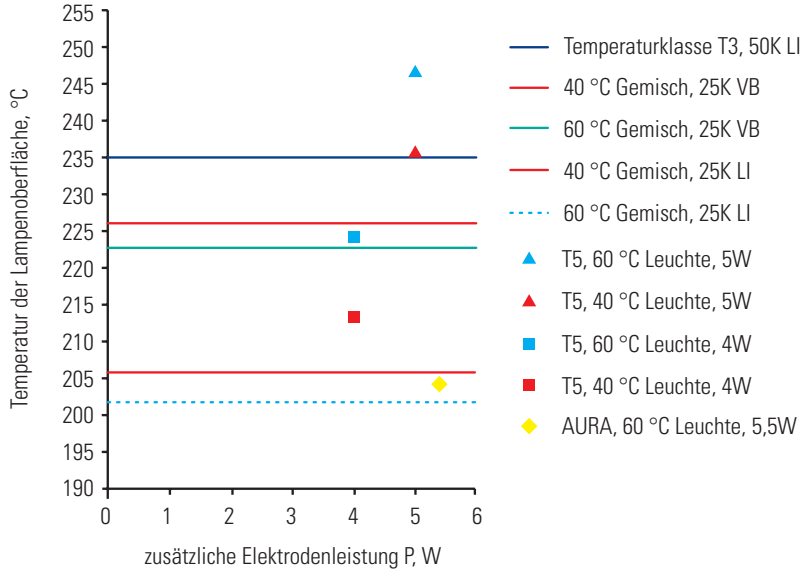


BILD 17
Darstellung einer Variante der Interpretation der Ergebnisse der thermischen und zündtechnischen Untersuchungen mit 8 W T5-Leuchtstofflampen. Die waagerechten Linien zeigen die maximal zulässige Oberflächentemperatur der 8W T5-Leuchtstofflampe, abhängig von der maximal zulässigen Umgebungstemperatur der Leuchte. In Relation dazu sind die Temperaturen der Oberfläche der Lampe dargestellt, unter der Voraussetzung, dass der Leistungsumsatz in der Elektrode im Moment der Abschaltung der Lampe durch das EVG den zugeordneten Wert der zusätzlichen Elektrodenleistung nicht überschreitet. Die Angaben gelten jeweils bezogen auf die angegebene maximal zulässige Umgebungstemperatur der Leuchte.

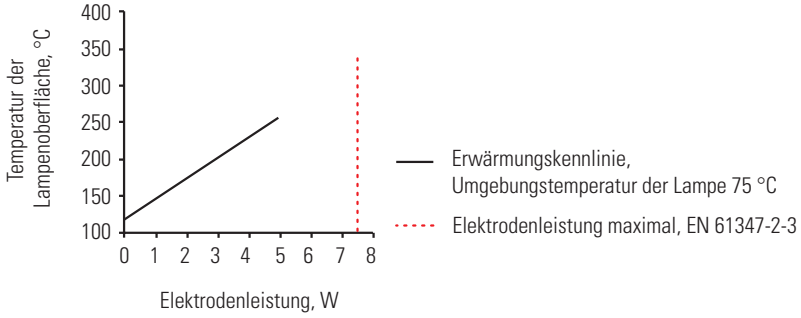


BILD 18
Temperaturmessungen an T5-Leuchtstofflampen 549 mm bis 1.449 mm, Stand 2012

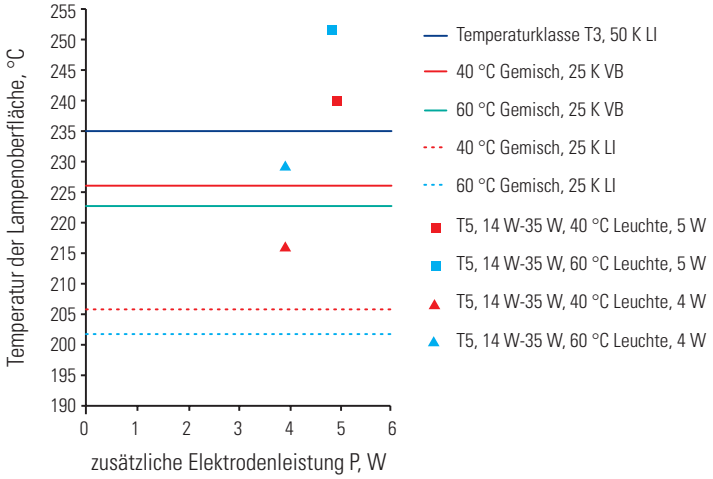


BILD 19
Darstellung einer Variante der Interpretation der Ergebnisse der thermischen und zündtechnischen Untersuchungen mit T5-Leuchtstofflampen, sowie von sicherheitstechnischen Betrachtungen, Nennleistung 14 W bis 35 W

2.3.1 Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser des Glaskolbens von 16 mm, Nennleistung 8 W

Die thermischen Messungen zur Bestimmung der typischen Erwärmungskennlinie der 8 W T5-Leuchtstofflampe erfolgten an Lampen von drei verschiedenen Herstellern, an insgesamt 30 Lampenenden (**BILD 15**).

Der Verlauf der Erwärmungskennlinie der 8 W T5-Lampen konnte auf Grund der Eigenschaften der Lampe und des Verhaltens der Lampe während der elektrischen Belastung der Elektrode bis zu einer Elektrodenleistung von etwa 2,4 W gemessen werden, die Temperaturwerte für höhere Elektrodenleistungen wurden extrapoliert (**BILD 16**).

Zum Vergleich, bei Abschaltung der Leuchtstofflampen durch ein nicht für explosionsgeschützte Leuchten bestimmtes elektronisches Vorschaltgerät bei einer Abschaltschwelle der unsymmetrischen Elektrodenleistung von 7,5 W entsprechend Norm EN/IEC 61347-2-3 [6] erreicht die Lampentemperatur, bei einer Umgebungstemperatur der Lampe im Bereich von 25 °C bis 75 °C, Werte um 300 °C (**BILD 18**).

Aus der Darstellung (**BILD 17**) ist ersichtlich:

1. Ein Lampentyp ist geeignet, die Anforderung auf Einhaltung der maximalen Oberflächentemperatur der Lampe bis zu einer Abschaltschwelle des EVG bis 5,5 W und einer maximal zulässigen Umgebungstemperatur von 60 °C weitestgehend zu erfüllen.
2. Wenn die technischen Festlegungen für alle T5-Lampen mit einer Nennleistung von 8 W gelten sollen, müsste bei einer zulässigen maximalen Umgebungstemperatur der Leuchte von 60 °C die Abschaltschwelle unterhalb von 4 W liegen.
3. Eine Einstufung der Leuchte in die Temperaturklasse T3 wäre bei einer Umgebungstemperatur der Leuchte von maximal 40 °C bei einer Abschaltschwelle des EVG unterhalb von 5 W auf der Grundlage der zur Zeit vorhandenen Erkenntnisse zur Entzündung von T4-Gemischen mit Prüfkörpern von 50 mm Durchmesser sicherheitstechnisch im Bereich des Möglichen.

Grundsätzlich wäre bei der Festlegung der Abschaltschwellen von EVG für 8 W T5-Leuchtstofflampen weiter zu beachten, dass

1. bei einer Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors in der Form „25 K in VB" die relevante Entzündungstemperatur nur wenig oberhalb der maximal zulässigen Oberflächentemperatur liegt,
2. die Änderung der Oberflächentemperatur in Abhängigkeit von der Elektrodenleistung für diese Lampen mit einem Wert von k_p = 22 K/1W ± 5 K ermittelt wurde und
3. der Abstand zwischen Elektrode und Glasoberfläche sehr gering ist.

2.3.2 Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser des Glaskolbens von 16 mm, Nennleistung 14 W bis 35 W (HE-Lampen)

Die thermischen Messungen zur Bestimmung der Erwärmungskennlinie der T5-Leuchtstofflampen, Nennleistung jeweils 14 W, 21 W, 28 W und 35 W erfolgten an Lampen von drei verschiedenen Herstellern, an einer begrenzten Anzahl von Lampen. Der Verlauf der Erwärmungskennlinie konnte aufgrund der Eigenschaften der Lampen und des Verhaltens der Lampen bei größerer elektrischer Belastung der Elektrode nicht reproduziert werden, so dass eine sicherheitstechnisch ungünstigste Erwärmungskennlinie für diese Gruppe von Lampen nur näherungsweise bestimmt werden konnte.

3 ZUSAMMENFASSUNG

Die auf **BILD 18** dargestellte ungünstigste Erwärmungskennlinie beruht auf der Messung von einigen Leuchtstofflampen mit einer Nennleistung von 14 W bis 35 W von 4 verschiedenen Herstellern, sowie auf der anschließenden Extrapolation der Temperaturmesswerte auf eine Umgebungstemperatur der Lampe von 75 °C.

Für T5-Leuchtstofflampen mit einer Nennleistung von 14 W bis 35 W (HE-Lampen) in Leuchten der Temperaturklasse T4 gelten auch die für Lampen mit einem Nenndurchmesser von 16 mm ermittelten Entzündungstemperaturen und die unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors abgeleiteten maximal zulässigen Oberflächentemperaturen, die als waagerechte Linien auf **BILD 19** dargestellt sind.

Bei einer Einstufung der Leuchte in die Temperaturklasse T3 müsste ohne weitere experimentelle Untersuchungen mit T5-Leuchtstofflampen im für diese Temperaturklasse relevanten zündfähigen Gemisch, bei einer angenommenen maximalen Umgebungstemperatur der Lampe in der Leuchte von 75 °C, von einer maximal zulässigen Oberflächentemperatur der T5-Leuchtstofflampe von etwa 235 °C (**BILD 19**) ausgegangen werden [3].

Temperaturklasse T4

Aus den Ergebnissen der Untersuchungen ist ersichtlich, dass die Einhaltung der maximal zulässigen Oberflächentemperatur an T5-Lampen im Nennleistungsbereich von 14 W bis 35 W nur bis zu einer maximalen Umgebungstemperatur der Leuchte von 40 °C und einer Abschaltschwelle des EVG bis höchstens 4 W möglich wäre. Eine belastete Durchgangsverdrahtung würde den vorhandenen Abstand zur maximale zulässigen Oberflächentemperatur stark in Anspruch nehmen, so dass eine Verringerung der Abschaltschwelle erforderlich sein würde.

Temperaturklasse T3

Bei einer Einstufung der Leuchte in die Temperaturklasse T3 und einer maximalen Umgebungstemperatur der Leuchte von 60 °C könnte mit einer Abschaltschwelle des EVG von 4 W die maximal zulässige Oberflächentemperatur von 235 °C eingehalten werden.

Aus aktuellen Untersuchungen zur Bestimmung der Entzündungstemperatur von Leuchtstofflampen mit einem Nenndurchmesser des Glaskolbens von 26 mm und 16 mm in Verbindung mit thermischen Messungen zur Bestimmung der Erwärmungskennlinien dieser Lampen unter definierten Umgebungsbedingungen können Abschaltkriterien für elektronische Vorschaltgeräte abgeleitet werden.

Die Ergebnisse dienen als Diskussionsgrundlage bei der Beurteilung der Risikos erhöhter Temperaturen an der Oberfläche von Leuchtstofflampen am Ende von deren Lebensdauer beim Einsatz mit elektronischen Vorschaltgeräten in explosionsgeschützten Leuchten der Temperaturklasse T4 bzw. T3, der Kategorie 2 und der Kategorie 3 bzw. EPL Gb und Gc nach IEC/EN 60079-0.

Bei der sicherheitstechnischen Bewertung ist zu berücksichtigen, dass die verwendeten Leuchtstofflampen in handelsüblicher Ausführung verwendet werden und der Trend zu immer geringerem Materialeinsatz in Verbindung mit leistungsstarken Vorschaltgeräten zu den beschriebenen „End-of-life"-Effekten geführt haben.

Eine zukünftige Entwicklung der Lampenkonstruktion muss beobachtet werden und unterliegt bekanntermaßen nicht der Kontrolle der Explosionsschutznormen. Es bleibt daher in der Verantwortung der internationalen Normenkomitees bei IEC, die Ergebnisse zu bewerten und im Konsens in die Normung umzusetzen.

AUTOREN
KATRIN HERRMANN
[FACHBEREICH 3.6 „EXPLOSIONSGESCHÜTZTE SENSORIK UND MESSTECHNIK", PTB, BRAUNSCHWEIG],
DR. ULRICH JOHANNSMEYER
[FACHBEREICH 3.6 „EXPLOSIONSGESCHÜTZTE SENSORIK UND MESSTECHNIK", PTB, BRAUNSCHWEIG]
RAINER KULESSA
[FACHBEREICH 3.6 „EXPLOSIONSGESCHÜTZTE SENSORIK UND MESSTECHNIK", PTB, BRAUNSCHWEIG]

LITERATUR

[1]
Dieter Markworth und Fritz Schebsdat,
PTB-Bericht, PTB-W-25, April 1985
„Zündverhalten kleiner heißer Bauteile in explosionsfähiger Atmosphäre"

[2]
H. Bothe, H. Steen,
Bericht über das Forschungsvorhaben,
PTB, Mai 1989
„Abhängigkeit der Zündtemperatur von der Geometrie heißer Oberflächen"

[3]
E. Brandes,
Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben,
PTB, März 2006
„Zündtemperaturen umschlossener Volumina mit geringem freien Querschnitt"

[5]
EN 61347-1 Geräte für Lampen.
Teil 1: Allgemeine und Sicherheitsanforderungen. (IEC 61347-1:2007, modifiziert+A1:2010)

[6]
EN 61347-2-3
Geräte für Lampen. Teil 2 und 3
Besondere Anforderungen an wechsel- und/oder gleichstromversorgte elektronische Betriebsgeräte für Leuchtstofflampen
(IEC 61347-2-3:2011+Cor:2011)

[7]
EN 60079-0
Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 0:
Geräte – Allgemeine Anforderungen
(IEC 60079-0)

[8]
EN 60079-7
Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 7:
Geräte - Geräteschutz durch erhöhte Sicherheit „e" (IEC 60079-7)

[9]
IEC 60079-7/Ed5
Equipment for explosive atmospheres
(31/1039/CD)

[10]
End of Life of Fluorescent Lamps –
An introduction, Philips Lighting bv,
Product Management (Corné Voermans),
Development Department, Roosendaal (NL)

[11]
John F. Waymouth, „Electric discharge lamps",
The M.I.T. Press 1971

INTERNATIONALES „PTB EX PROFICIENCY TESTING SCHEME" FÜR VERGLEICHE ZWISCHEN EX-LABORATORIEN

VON UWE KLAUSMEYER, JIA WU, TIM KRAUSE, THOMAS HORN, ULRICH JOHANNSMEYER

Eine stetig steigende internationale Vernetzung der Industrie und ein Fortschreiten der wirtschaftlichen Verflechtungen haben auch im Bereich des Explosionsschutzes zur Folge, dass es immer notwendiger wird, einheitliche Systeme zur Konformitätsbewertung der im Explosionsschutz eingesetzten Geräte voranzutreiben und somit den Abbau von Handelshemmnissen zu fördern. Das IECEx-System ist ein weltweit einheitliches Prüf- und Zertifizierungssystem im Bereich des Explosionsschutzes, welches von einer Vielzahl von Ländern anerkannt ist und sich im stetigen Wachstum befindet. Auf der Grundlage von internationalen IEC-Normen werden Prüfungen durchgeführt und Zertifikate ausgestellt. Diese Zertifikate werden von den Teilnehmerländern teilweise oder vollständig anerkannt und ersparen den Herstellern von Ex-Geräten den Mehraufwand durch multiple Zulassungsverfahren. Dadurch ist in Zukunft nur noch ein einziges Zertifikat nötig, um das weltweite Inverkehrbringen der Produkte zu gewährleisten. Diese voranschreitende Harmonisierung der Konformitätsbewertung im Explosionsschutz kann nur funktionieren, wenn alle Beteiligten nach denselben Grundlagen arbeiten und eine vergleichbare Qualität liefern. Um dies zu gewährleisten, gibt es einerseits einheitliche Regeln in Form von IEC-Normen und nun zusätzlich die aktive Teilnahme an Vergleichsmessungen. Das „PTB Ex Proficiency Testing Scheme" ist das erste allumfassende Ringvergleichsprogramm seiner Art im Explosionsschutz. Es dient als Kompetenznachweis und bietet den Prüflaboratorien ein komplettes System zur eigenen Leistungsbewertung.

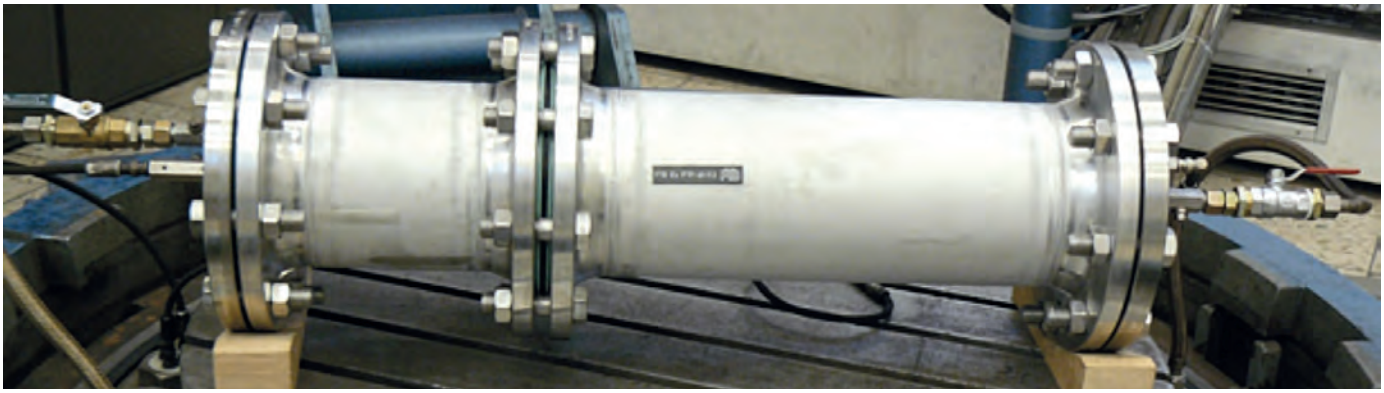


BILD 1
Test Sample „EP"

1 EINLEITUNG

Als ein Ergebnis des IECEx-Meetings in Denver 2007 wurde der Arbeitsgruppe ExTAG WG10 die Aufgabe erteilt, die Möglichkeiten zur Durchführung von Vergleichsmessungen in Form von Ringvergleichen im Explosionsschutz zu untersuchen. Als Folge dessen und der steigenden Bedeutung der Forderung, ein System zum Kompetenznachweis für Prüflaboratorien zu entwerfen, konnte der Vorsitzende der ExTAG WG10 im Jahre 2009 in Melbourne berichten, dass die PTB ein Projektteam gegründet hat, um sich dieser Sache aktiv anzunehmen. Im September 2009 begann das Projekt mit dem Namen „PTB Ex Proficiency Testing Scheme", in welchem die PTB als Koordinator fungiert.

Die Pilotphase mit ausgewählten Messgrößen der Zündschutzarten Druckfeste Kapselung „d" und Eigensicherheit „i" wurde mit 44 teilnehmenden Laboratorien bis zum Juli 2012 erfolgreich abgeschlossen. Die ertragreichen Ergebnisse und die positive Resonanz der teilnehmenden Laboratorien führten zu dem Entschluss, das Ringvergleichsprojekt fortzusetzen und weiter auszubauen. Dazu werden in den Jahren 2013/2014 die neuen Programme „Temperaturklassenbestimmung" und „Zünddurchschlag" durchgeführt.

2 ZIELE UND ZWECK

In den letzten Jahren sind aufgrund der stetig voranschreitenden Globalisierung die Anforderungen an die Prüflaboratorien enorm gewachsen. Um diesem Anspruch gerecht zu werden und die vereinheitlichten Anforderungen einzuhalten, ist es für die Prüflaboratorien notwendig, ihre Kompetenz nachzuweisen. Die Norm ISO/IEC 17025 [1] fordert grundsätzlich, dass alle akkreditierten Laboratorien an Ringvergleichen teilnehmen sollen. Das „PTB Ex Proficiency Testing Scheme" mit seinen verschiedenen Programmen ist nun ein wesentlicher Baustein zur Erfüllung dieser Forderung geworden.

Mit den praktischen Erfahrungen aus der Durchführung der einzelnen Programme wird das gesamte Ringvergleichsprojekt stetig weiterentwickelt und verbessert. Das Fernziel ist es, Schritt für Schritt eine Ausweitung auf alle Bereiche der Konformitätsbewertung im Rahmen des IECEx Systems zu erreichen.

Die Ergebnisse der Programme sind für alle Teilnehmer direkt von Nutzen, u.a. für:

- den Nachweis der Kompetenz für Kunden, Regulierer und Endverbraucher,
- das Erkennen und Vermeiden von Problemen in und zwischen den Laboratorien und das Einleiten von Verbesserungsmaßnahmen,
- das Ermitteln von Effektivität („Capability") und Vergleichbarkeit der angewendeten Prüf- und Messverfahren,
- das Schaffen von zusätzlichem Vertrauen beim Kunden,
- das Vermeiden von Wettbewerbsverzerrungen zwischen den Herstellern, die Kunden der Laboratorien sind und
- die weitere Förderung der Kultur des „Fair Play".

3 PTB EX PROFICIENCY TESTING SCHEME

Im Rahmen des IECEx Systems werden auf internationaler Ebene in den Zündschutzarten Druckfeste Kapselung „d" und Eigensicherheit „i" ein großer Anteil von Prüfungen und Konformitätsbewertungen durchgeführt. Aus diesem Grund war es vorgesehen, unter anderem einen Ringvergleich für eben diese Zündschutzarten durchzuführen. Alle teilnehmenden Prüflaboratorien erfüllen die Anforderungen des Standards ISO/IEC 17025 [1], der die „allgemeinen Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien" definiert. Damit ist eine wesentliche Voraussetzung für Homogenität und Stabilität des „Proficiency Testing Schemes" im Rahmen des IECEx Systems gegeben. Die Gestaltung des gesamten Ringvergleichsprogramms berücksichtigt die Anforderungen der Norm ISO/IEC 17043 [2].

Es wird davon ausgegangen, dass für die Durchführung der einzelnen Programme das Routineverfahren des jeweiligen Prüflabors angewendet wird. Das Routineverfahren wird durch die Grundsatznorm der jeweiligen Zündschutzart beschrieben. Das heißt, für die Auswahl der zu vergleichenden Größen muss ebenfalls die Grundsatznorm der entsprechenden Zündschutzart zu Grunde gelegt werden, für „d" der Standard IEC 60079-1 [3] und für „i" der Standard IEC 60079-11 [4]. Ergänzende Rahmenbedingungen zur Durchführung der jeweiligen Programme werden durch den Koordinator in Form von Aufgabenbeschreibungen, den so genannten „Procedure Instructions", vorgegeben.

➔

BILD 2
Kontaktanordnung des Funkenprüfgerätes nach IEC 60079-11

BILD 3
Test Sample „SI"

NR.	TYP DES STROMKREISES
1.	ohmsch
2.	ohmsch
3.	induktiv
4.	kapazitiv
5.	ohmsch – induktiv – kapazitiv
6.	ohmsch – induktiv – kapazitiv
7.	elektronische Strombegrenzung
8.	elektronische Strombegrenzung
9.	elektronische Strombegrenzung
10.	elektronische Strombegrenzung
11.	elektronische Strombegrenzung
12	kapazitiv

TABELLE 1
Stromkreisarten für das Testprogramm „Eigensicherheit"

3.1 Programm „Explosionsdruck"

Zur Bestimmung des Bezugsdrucks im Rahmen des Programms „Explosionsdruck" wird vom Koordinator für jeden Teilnehmer ein Prüfgegenstand (Test Sample „EP"), bestehend aus zwei stählernen rohrförmigen Kammern verschiedener Länge, die beidseitig durch Flansche verschlossen werden, zur Verfügung gestellt (**BILD 1**). Um die Variationsmöglichkeiten der Konfiguration zu erhöhen, enthält das Test Sample eine Bohrung als Blende, die einen 15 mm großen Durchmesser hat. Die einfache Bauform gewährleistet Homogenität und Stabilität während der gesamten Durchführung. Weiterhin bietet die gewählte Bauform des Prüfkörpers günstige Fertigungs-, Präparations- und Transportmöglichkeiten. Zur Sicherung der Vergleichbarkeit wurden alle Prüfkörper durch die PTB vorpräpariert, um eine einheitliche Lage der Prüfbohrungen vorzugeben. Von den Teilnehmern wurden gegebenenfalls noch anpassende Präparationen vorgenommen.

Der Bezugsdruck wird jeweils für die einzelnen Kammern sowie für die Kombinationen der Kammern mit Blende und zwei nach IEC 60079-1 [3] ausgewählten Gas-Luft-Gemischen bestimmt. Ausgehend von vier Konfigurationen des Test Sample „EP" sowie von zwei unterschiedlichen Gasgemischen und jeweils fünf Zündungen, ergibt sich für die Realisierung des Programms für jeden Teilnehmer ein Gesamtaufwand von 40 Explosionsversuchen, einschließlich der Druckmessungen. Bei allen durchgeführten Messungen sind die in der oben genannten Norm sowie allgemein in der ISO/IEC 17025 [1] festgelegten Anforderungen einzuhalten.

3.2 Programm „Eigensicherheit"

Im Programm „Eigensicherheit" wird die Zündfähigkeit von zwölf verschiedenen Stromkreisen (**TABELLE 1**) durch Zündversuche mittels des genormten Funkenprüfgerätes nach IEC 60079-11 (**BILD 2**) [4] verglichen. Es ist zu beachten, dass hierbei als Ergebnis keine physikalische Messgröße entsteht, sondern eine Aussage zur Zündfähigkeit des jeweiligen Stromkreises als Ergebnis eines Experimentes.

Einige der Versuchsstromkreise wurden der IEC 60079-11 entnommen, weiterhin wurden auch Stromkreise in den Vergleich aufgenommen, die gemischte Reaktanzen enthalten und dadurch ein dynamisches Verhalten aufweisen. Den teilnehmenden Prüfstellen waren die Eigenschaften der zu prüfenden Stromkreise nicht bekannt, um die objektive Durchführung und Homogenität der Tests zu gewährleisten und subjektive Einflüsse hinsichtlich der Testergebnisse auszuschließen. Es wurde mit einem Gemisch mit einem Volumenanteil von 21% Wasserstoff in Luft gearbeitet.

Für jeden Stromkreis wurde die Anzahl der Kontaktgaben (engl.: number of contacts) bis zum Eintritt einer Zündung ermittelt, und dieser Versuch wurde dann jeweils 20 mal wiederholt. Für jeden Versuchsstromkreis wurde für jeden Teilnehmer als Ergebnis der arithmetische Mittelwert aus den Stichprobenwerten ermittelt. Um einen Vergleich der Ergebnisse zwischen den einzelnen Teilnehmern zu ermöglichen, wurde ein „Referenzwert" – genauer der sogenannte zugewiesene Wert (engl.: assigned value) – benötigt. Da die Stichprobenwerte des Experimentes mit dem Funkenprüfgerät nicht aus einer normalverteilten Grundgesamtheit

BILD 4
Düse des Test Sample „FT"

stammen, konnten die in [5] vorgeschlagenen robusten Algorithmen zur Ermittlung des zugewiesenen Wertes nicht angewendet werden. Im ersten Ansatz wurden deshalb die Stichprobenwerte aller Teilnehmer eines Stromkreistypen zur arithmetischen Mittelung herangezogen [6]. Hier flossen alle Teilnehmerergebnisse gleichberechtigt (mit identischer Gewichtung) in die Berechnung der versuchsstromkreisspezifischen zugewiesenen Werte ein.

Quantitativ fand ein Vergleich der Ergebnisse der einzelnen Teilnehmer über Leistungskenngrößen statt. Eine einfach nachvollziehbare Leistungskenngröße stellt die Differenz zwischen Teilnehmerergebnis und dem zugewiesenen Wert dar. Der Quotient aus dieser Differenz und dem zugewiesenen Wert wird als relative Differenz (engl.: percentage difference) bezeichnet [5]. Da diese Abweichungskomponente keinen absoluten Charakter besitzt, ist mit ihr ein Vergleich der Leistungskenngrößen über die verschieden Stromkreise hinweg möglich.

3.3 Programm „Zünddurchschlag"

Für das Programm „Zünddurchschlag" wird das allgemeine Prüfverfahren in der Norm der Zündschutzart druckfeste Kapselung „d", IEC 60079-1 [3], beschrieben. Ein wesentliches Merkmal für die Prüfung und Bewertung der Sicherheit ist das Experiment für Zünddurchschlag, der ein entscheidendes Kriterium für die konstruktive Gestaltung von „d"-Produkten ist. Aus diesem Grund ist das Zünddurchschlagsverhalten das Merkmal, welches im Programm als zu vergleichende Größe ausgewählt wurde.

Das Test Sample „FT" besteht aus zwei stählernen rohrförmigen Kammern verschiedener Länge, identisch zum Test Sample „EP" aus dem Programm „Explosionsdruck". Zusätzlich besteht es aus einem weiteren präparierten Flansch und drei unterschiedlichen Düsen.
Um die Vergleichbarkeit und Homogenität zu gewährleisten, werden alle Test-Samples „FT" vollständig durch den Koordinator entwickelt und hergestellt (**BILD 4**).

Das Zünddurchschlagsverhalten wird für drei Düsen verschiedener Geometrie bei einem Gasgemisch der entsprechenden Norm IEC 60079-1 [3] durchgeführt. Dabei wird beobachtet, ob bei einer Zündung in Kammer A ein Zünddurchschlag über die jeweilige Düse in Kammer B auftritt.

3.4 Programm „Temperaturklassenbestimmung"

Im Programm „Temperaturklassenbestimmung" ist die Temperatur der heißesten Stelle (maximale Oberflächentemperatur) ein entscheidendes Kriterium für die Prüfung und Bewertung der Sicherheit im Explosionsschutz für elektrische Geräte. Aus diesem Grund wurde die maximale Oberflächentemperatur als zu vergleichende Messgröße für das Programm ausgewählt, da es sich um die in der Praxis am häufigsten auftretende Zündquelle handelt.

Das Test Sample „TC" besteht aus einem Heizblock aus Stahl mit vier Heizpatronen sowie drei verschiedenen Oberflächenwerkstoffen, aus Kupfer, Kunststoff (Polycarbonat) und Glas. Durch die vier Heizpatronen wird das Test Sample „TC" erhitzt, bis der thermische Beharrungszustand des Systems erreicht ist. Im Programm entspricht die maximale Oberflächentemperatur der Endtemperatur der Oberflächen. Die Endtemperatur gilt als erreicht, wenn eine Temperaturzunahme von max. 2 K/h nicht überschritten ist.

Ist die Endtemperatur erreicht, soll die Temperatur an den heißesten Punkten der präparierten Oberflächen bestimmt werden. Ein weiterer Teil des Programms besteht aus der Aufgabe, den so genannten „Hotspot", also den heißesten Punkt auf dem Prüfmuster, zu finden. Um die Homogenität der Prüfmuster zu gewährleisten, findet die Entwicklung, Fertigung und Kontrolle der Prüfmuster beim Koordinator statt.

➔

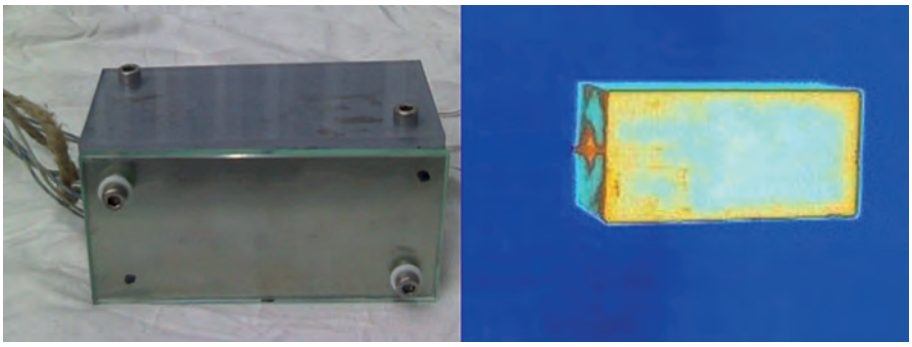


BILD 5
Test Sample „TC"

4 ERGEBNIS

4.1 Testrunde „d"

Ein interessantes Ergebnis des „Proficiency Testing Scheme" ist die Analyse und Auswertung des Programms „Explosionsdruck". Aufgabe war es, eine durch den Standard IEC 60079-1 [3] vordefinierte Explosionsdruckmessung mit vom Provider vordefinierten identischen Prüfmustern und Bedingungen durchzuführen. Durch die für alle Laboratorien gleiche Messaufgabe sollte herausgefunden werden, ob die am Ringvergleich teilnehmenden Laboratorien zu annähernd gleichen Ergebnissen kommen.

Nach der Analyse und Auswertung der übermittelten Ergebnisse ergaben sich für verschiedene Konfigurationen mehr oder weniger signifikante Unterschiede bei der Bestimmung der Bezugsdrücke. Da man den „wahren Wert" nicht kennt, wurde der Referenzwert als robuster Mittelwert nach ISO 13528 [5] aus den Ergebnissen aller Teilnehmer berechnet.

Die Durchführung des Programms war in zwei Phasen aufgeteilt. Nach der ersten Durchführung der Tests und anschließender Auswertung bekamen die Laboratorien die Möglichkeit, die Tests zu wiederholen. In dieser Wiederholungsphase stand der Koordinator den Laboratorien für eine individuelle fachliche Beratung zur Verfügung.

Die grafische Darstellung der Ergebnisse liefert einen guten Überblick über die Verteilung der Ergebnisse im Vergleich zum Referenzwert. Als Beispiel sind in **BILD 6** die Ergebnisse für eine Konfiguration ohne Blende mit einem Äthylen-Luft-Gemisch aufgeführt: Vergleicht man die Verteilung der Ergebnisse der ersten Phase (**BILD 6**) mit den Ergebnissen der zweiten Phase (**BILD 7**) fällt auf, dass die Streuung der Laborergebnisse untereinander erheblich geringer wurde. Die Standardabweichung des Referenzwertes verringerte sich von Phase 1 zu Phase 2 um 22 %. Dieser Trend war bei den anderen Konfigurationen ebenfalls erkennbar.

4.1 Testrunde „i"

Im Folgenden soll ein Einblick in die Ergebnisse der ersten Testrunde „i" vermittelt werden.

In der deskriptiven Statistik wird eine Stichprobe anhand von statistischen Kenngrößen charakterisiert. Um einen Vergleich der beschreibenden Parameter verschiedener Stichproben zu ermöglichen, bot es sich an, diese gemeinsam in einem Box-Plot darzustellen.

BILD 8 zeigt beispielhaft die Streuparameter (z.B. Spannweite, Interquartilsabstand) und die Lageparameter (arithmetischer Mittelwert, Median) der Stichprobe eines jeden Teilnehmers für Stromkreisnummer 1.

Zunächst ist eine mit der allgemeinen Messtechnik nicht zu vergleichende breite Streuung der Werte erkennbar. Dieses Merkmal ist für alle Stichproben der Testrunde „i" repräsentativ. Des Weiteren fiel die Verteilung der Stichprobenwerte bei allen Teilnehmern für jeden Stromkreis nicht symmetrisch aus. Die relative Standardabweichung (Variationskoeffizient) als dimensionsloses Streuungsmaß schwankte unter Berücksichtigung aller Stromkreise und Teilnehmer um den Wert 1.

BILD 9 zeigt exemplarisch die Ergebnisse der Teilnehmer in Relation zu dem für diesen Stromkreis ermittelten zugewiesenen Wert und dessen Standardabweichung. Grundsätzlich waren für jeden Stromkreis einige „Ausreißer" in Richtung höherer Kontaktgabenanzahlen zu verzeichnen.

Die Leistungskenngröße in Form der relativen Differenz zeigte beispielsweise für Stromkreisnummer 1 eine relative Abweichung vom zugewiesenen Wert von bis zu +210 % (Bild 10). Unter Einbeziehung aller Versuchsstromkreise konnten maximale Abweichungen von bis zu +495 % beobachtet werden.

Eine große Abweichung des Ergebnisses eines Teilnehmers vom zugewiesenen Wert impliziert jedoch nicht gleiches Verhalten für alle Stromkreise. Eine Korrelation zwischen einer teilnehmerspezifischen Ergebnisabweichung und einem bestimmten Stromkreistypen ließ sich ebenfalls nicht identifizieren.

➔

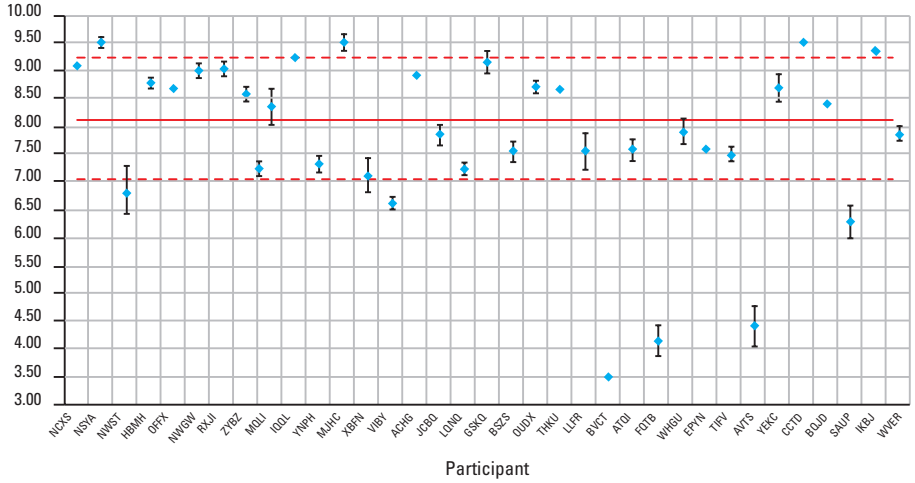


BILD 6
Ergebnisse der Vergleichsmessung für eine Konfiguration ohne Blende mit einem Äthylen-Luft-Gemisch für Phase 1

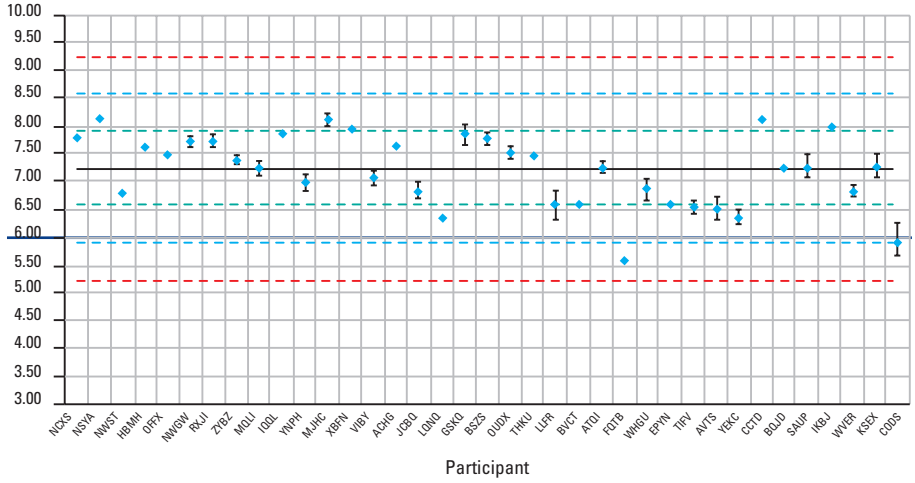


BILD 7
Ergebnisse der Vergleichsmessung für eine Konfiguration ohne Blende mit einem Äthylen-Luft-Gemisch für Phase 2

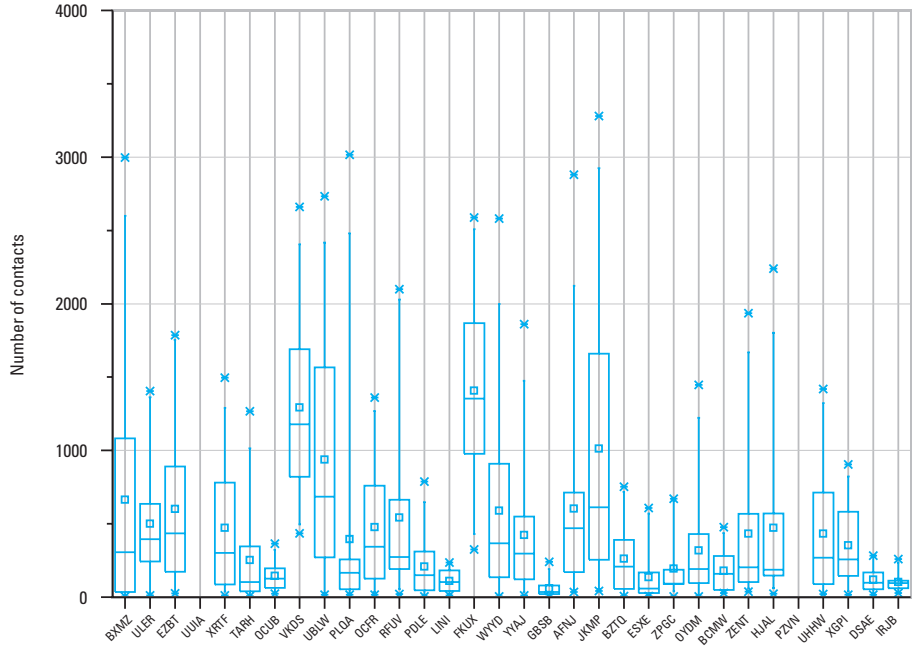

4000
3000
2000
1000
0
Number of contacts
BXMZ ULER EZBT UUIA XRTF TARH OCUB VKOS UBLW PLOA OCFR RFUV PDLE LINI FKUX WYYD YYAJ GBSB AFNJ JKMP BZTQ ESXE ZPGC OYDM BCMW ZENT HJAL PZVN UHHW XGPI DSAE IRJB

BILD 8
Box-Plots der Stichproben der 32 Teilnehmer für Stromkreisnummer 1 (die Teilnehmerbezeichnungen auf der Abszisse sind verschlüsselt; Antennen: 5%- und 95%-Quantil; Kreuz: Max. bzw. Min.; kleines Quadrat: arithm. Mittelwert)

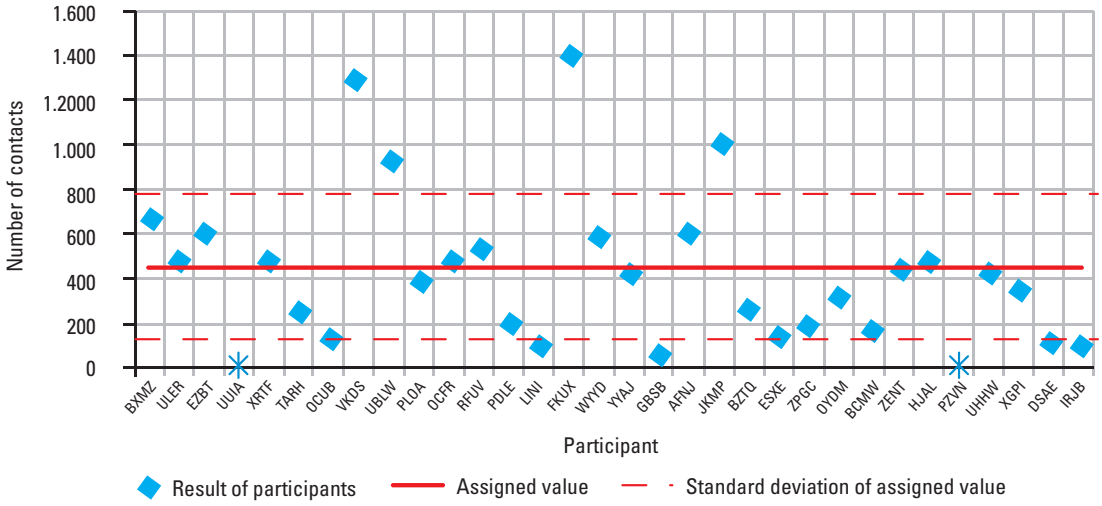


BILD 9
Ergebnisse der einzelnen Teilnehmer für Stromkreis Nummer 1 (Teilnehmer UUIA und PZVN lieferten keine verwertbaren Ergebnisse)

5 ZUSAMMENFASSUNG

Die Ergebnisabweichungen zwischen den Teilnehmern und die Abweichungen innerhalb einer Stichprobe eines Teilnehmers sind teilweise der Versuchsmethode geschuldet. Bei Versuchen mit dem Funkenprüfgerät kann beispielsweise das messtechnische Gebot der Einhaltung exakt identischer Anfangsbedingungen für jeden Einzelversuch nicht umgesetzt werden. Auch während des Versuches können sich die Bedingungen ändern. Größen, wie beispielsweise die Beschaffenheit bzw. der Zustand der Elektroden, Gaszusammensetzung, Feuchte als auch elektrische parasitäre Effekte wirken sich auf den Zündprozess aus. Die auf diesem Gebiet verfassten Studien konnten die Einflussgrößen bisher nicht umfassend quantifizieren, was die Vorgabe von Regeln zur Reduzierung der Streuungsmaße erschwert.

Die signifikant breite Streuung der Ergebnisse in der aktuellen Ausprägung wird jedoch nicht als sicherheitskritisch beurteilt. Die Zündprüfung zur Beurteilung der Eigensicherheit mit dem Funkenprüfgerät erfolgt unter Annahme von zahlreichen „worst case"-Bedingungen, welche in der Praxis nicht zugleich anzutreffen sind. Aus den Ergebnisabweichungen zwischen den verschiedenen Prüflaboren können sich jedoch Verzerrungen ökonomischer Art ergeben, die es zu nivellieren gilt.

Die Auswertung der Pilotphase des Ringvergleichs zwischen internationalen Prüflaboratorien hat gezeigt, dass es trotz einheitlich verwendeter Normen und vordefinierter Randbedingungen seitens des Vergleichsprogramms zu unterschiedlichen Ergebnissen bei der Bestimmung der Vergleichsgrößen kommt. Ein wesentlicher Teil des „Proficiency Testing Scheme" besteht deshalb aus der Interpretation der Ergebnisse und der anschließend intensiven Diskussionen über die Messmethodik, unter anderem in Workshops. Gemeinsam mit den teilnehmenden Laboratorien werden Maßnahmen und Hinweise festgelegt, welche nach Abschluss der Vergleichsprogramme als so genannte „Best Practice Paper" veröffentlicht werden und als ergänzende Anleitungen zu den Normenanforderungen gesehen werden können.

Die einzelnen Programme werden zyklisch wiederholt, um dadurch langfristig eine Verbesserung der Qualität für alle Beteiligten zu erreichen. Die PTB als nationales deutsches Metrologieinstitut wird sich dauerhaft für die wissenschaftliche Begleitung verantwortlich zeigen, insbesondere für die Entwicklung der Vergleichsverfahren, ihre Methodik und Auswertungsalgorithmen. Weiter ist geplant, zu den Messgrößen auch Verfahren zur Bestimmung der Messunsicherheit an individuellen Messaufbauten zu entwickeln. Im Mittel sollen alle zwei Jahre zwei neue Vergleichsverfahren entwickelt werden, bis eine vollständige Überdeckung aller relevanten Prüfverfahren erreicht ist.

Nachdruck
aus dem 13. BAM-PTB-Kolloquium
vom 18.-19. Juni 2013 in Braunschweig

AUTOREN
DR. UWE KLAUSMEYER
[PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT, FACHBEREICH 3.5 „EXPLOSIONSSCHUTZ IN DER ENERGIETECHNIK", BRAUNSCHWEIG]
JIA WU
[PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT, FACHBEREICH 3.5 „EXPLOSIONSSCHUTZ IN DER ENERGIETECHNIK", BRAUNSCHWEIG]
TIM KRAUSE
[PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT, FACHBEREICH 3.5 „EXPLOSIONSSCHUTZ IN DER ENERGIETECHNIK", BRAUNSCHWEIG]
THOMAS HORN
[PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT, FACHBEREICH 3.6 „EXPLOSIONSGESCHÜTZTE SENSORIK UND MESSTECHNIK", BRAUNSCHWEIG]
DR. ULRICH JOHANNSMEYER
[PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT, FACHBEREICH 3.6 „EXPLOSIONSGESCHÜTZTE SENSORIK UND MESSTECHNIK", BRAUNSCHWEIG]

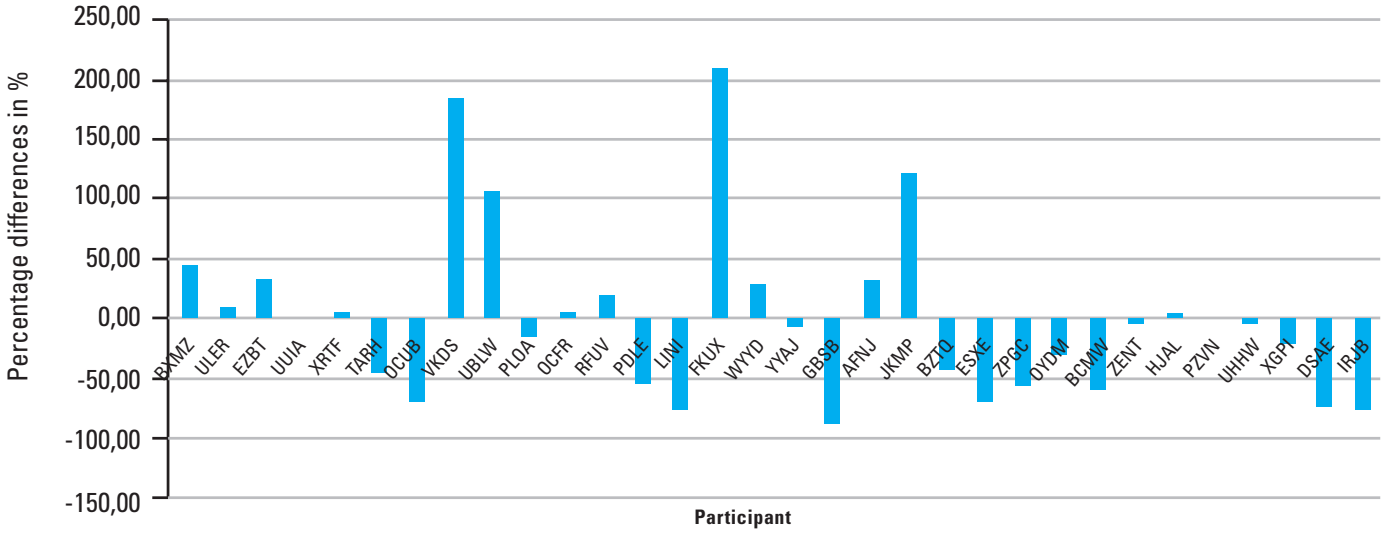


BILD 10
Relative Differenz zum zugewiesenen Wert der einzelnen Teilnehmer für Stromkreisnummer 1

LITERATUR

[1]
ISO / IEC 17025:
General requirements for the competence of testing and calibration laboratories,
ISO / IEC 2005

[2]
ISO / IEC 17043:
Conformity assessment – General requirements for proficiency testing, Edition 1.0,
ISO / IEC 2010

[3]
IEC 60079-1:
Explosive atmospheres – Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures „d",
Edition 6.0, IEC 2007

[4]
IEC 60079-11:
Equipment protection by intrinsic safety „i",
Edition 6.0, IEC 2011

[5]
ISO 13528:
Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons, ISO 2005

[6]
Pesch, Bernd: Grundlagen der Metrologie – Bestimmung der Messunsicherheit nach GUM.
Books On Demand GmbH. Norderstedt 2003.

DIE NEUE BETRIEBS-SICHERHEITSVERORDNUNG

– BetrSichV – UND DER EXPLOSIONSSCHUTZ

VON URSULA AICH

Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) bereitet derzeit eine Novellierung der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) vor. Dieser Entwurf wurde bereits Mitte 2012 der Öffentlichkeit auf der Internet-Seite des BMAS zwecks Kommentierung bereitgestellt und auch intensiv im Ausschuss für Betriebssicherheit diskutiert. Das BMAS hat eine neue Konzeption, strukturelle und sprachliche Änderungen (z.B. wird „Bereitstellen" und „Benutzen" durch den Begriff „Verwenden" ersetzt) vorgenommen. Die Regelungen werden unter inhaltlichen Gesichtspunkten zusammengefasst (z. B. Grundpflichten, erweiterte Pflichten, Instandhaltung und Betriebsstörungen). Die bisher geltenden Anhänge 1 mit den Mindestanforderungen an Arbeitsmittel beim Bereitstellen und der Anhang 2 zum Benutzen von Arbeitsmitteln werden weitgehend als Schutzziele formuliert in den verfügenden Teil übernommen. Es ist politisch gewollt, die BetrSichV als eine reine Arbeitsschutz-Vorschrift zu gestalten, deren Anforderungen für alle Arbeitsmittel und auch für Anlagen gelten. Der geschützte Personenkreis umfasst Beschäftigte und „andere Personen" (für den Betrieb von überwachungsbedürftigen Anlagen), nicht jedoch die Allgemeinheit, den Schutz der Bevölkerung oder den Schutz der Umwelt. BMAS geht von der wesentlichen Voraussetzung für die sichere Verwendung von Arbeitsmitteln aus, dass nur sichere Arbeitsmittel zur Verfügung gestellt werden, die insbesondere den Anforderungen des Produktsicherheitsgesetzes genügen. Soweit allerdings das ProdSG nicht anwendbar ist, wie z.B. bei verfahrenstechnischen Anlagen, ergeben sich die Schutzmaßnahmen für den Betrieb aus den Anforderungen des BetrSichV und der Gefährdungsbeurteilung des Arbeitgebers. Überwachungsbedürftige Anlagen werden als historisches Relikt behandelt und als eine über das EG-Recht hinausgehende nationale Besonderheit. Die jeweils geeigneten Maßnahmen sind vom Arbeitgeber festzulegen. Im Allgemeinen entsprechen die Maßnahmen den üblichen Arbeitsschutzrichtlinien.

ÄNDERUNG DER GEFAHRSTOFFVERORDNUNG

Bei der Novelle werden die Inhalte der Anhänge 3 und 4 der BetrSichV in die Gefahrstoffverordnung überführt. Anhang I Nummer 1 der bisherigen Gefahrstoffverordnung wird diesbezüglich ergänzt und dabei redaktionell umgestellt. Dabei werden die Prüfregelungen gemäß Nummer 3.8 des Anhangs 4 der BetrSichV in der VO verbleiben In den Anhang I aufgenommen wird auch die Forderung nach Einhaltung von Schutz- und Sicherheitsabständen bei der Lagerung von Gefahrstoffen. Ein Sicherheitsabstand ist der erforderliche Abstand zwischen Lagerorten und zu schützenden Personen, ein Schutzabstand ist der erforderliche Abstand zum Schutz des Lagers gegen gefährliche Einwirkungen von außen.

WESENTLICHE INHALTE UND ÄNDERUNGEN DER NOVELLE:

- Die Gefährdungsbeurteilung wird als zentrales Element für die Festlegung von Schutzmaßnahmen auch für den Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen (bisher als sicherheitstechnische Bewertung bezeichnet) eingeführt. Dies gilt auch für überwachungsbedürftige Anlagen, bei denen ausschließlich andere Personen bzw. im bisherigen Sprachgebrauch „Dritte" gefährdet sind.
- Die materiellen Anforderungen des zweiten Abschnittes der BetrSichV sind jetzt auch auf den Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen anzuwenden. Damit soll erreicht werden, dass unabhängig vom Schutzziel einheitliche Anforderungen für alle Arbeitsmittel und Anlagen gelten. Damit gibt der Gesetzgeber auch die Festlegung des Umfangs der Schutzmaßnahmen hinsichtlich des Betriebs besonders gefährlicher und daher überwachungsbedürftiger Anlagen in die Verantwortung des Arbeitgebers bzw. des Betreibers. Besondere Anforderungen bestehen nur noch hinsichtlich der durchzuführenden Prüfungen.
- Die bisherigen materiellen Anforderungen werden beibehalten; sie sind jedoch als Schutzziele formuliert. Diese gelten für alle Arbeitsmittel, egal ob alt oder neu oder selbst hergestellt. Dem Arbeitgeber obliegt es dabei, im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung eigenverantwortlich selbst zu entscheiden, ob ggf. Nachrüstmaßnahmen erforderlich sind oder nicht. Die neue Verordnung enthält daher auch keine Übergangsbestimmungen und insbesondere auch keine „bestandsschützenden" Regelungen zum unveränderten Weiterbetrieb von bestehenden Anlagen.
- Erfasst werden alle technischen Arbeitsmittel, wie sie für die Verrichtung einer Arbeitstätigkeit verwendet werden. Nicht erfasst werden typische Einrichtungsgegenstände wie Schränke; diese sind der Arbeitsstätte zuzurechnen. Eine Anlage ist eine Gesamtheit von räumlich und funktional im Zusammenhang stehenden Maschinen oder Geräten, die auch steuerungstechnisch und sicherheitstechnisch eine Einheit bilden. Überwachungsbedürftige (besonders prüfpflichtige und teilweise erlaubnisbedürftige) Anlagen werden in Anhang 2 konkret und abschließend bezeichnet, da der Prüfgegenstand eindeutig bestimmt sein muss. Überwachungsbedürftige Anlagen werden in der Novelle den Arbeitsmitteln im Sinne der RL 2009/104/EG gleichgestellt.
- Die Arbeitgeberpflichten bei der Bereitstellung binnenmarktkonformer Arbeitsmittel und deren Prüfung wurden geändert, um mehr Rechtsklarheit zu erhalten. In § 5 Abs. 3 des Entwurfs wird verlangt, dass der Arbeitgeber nur solche Arbeitsmittel zur Verfügung stellen und verwenden lassen darf, die den für sie geltenden Rechtsvorschriften über Sicherheit und Gesundheitsschutz entsprechen. Zu diesen Rechtsvorschriften gehören neben den Vorschriften dieser Verordnung insbesondere Rechtsvorschriften, mit denen Gemeinschaftsrichtlinien in deutsches Recht umgesetzt wurden und die für die Arbeitsmittel zum Zeitpunkt des Bereitstellens auf dem Markt gelten. Arbeitsmittel, die der Arbeitgeber für eigene Zwecke selbst hergestellt hat, müssen den grundlegenden Sicherheitsanforderungen der anzuwendenden Gemeinschaftsrichtlinien entsprechen. Den formalen Anforderungen dieser Richtlinien brauchen sie nicht zu entsprechen, es sei denn, es ist in der jeweiligen Richtlinie ausdrücklich anders bestimmt. Dies wird mit der neuen ATEX-Richtlinie 2014/34/EU ab dem 26.3.2016 der Fall sein, weil diese eine Eigenhersteller-Regelung vorsieht. Auch die bestehende Abstufung zwischen „Änderung" und „wesentlicher Veränderung" entfällt.
- Die Prüfpflichten für besonders prüfpflichtige (weil besonders gefährliche) Arbeitsmittel und Anlagen werden in Anlehnung an die vor 2002 geltenden Einzelverordnungen anlagenbezogen zusammengefasst und in Anhängen zur Verordnung dargestellt. Mit dem neuen Anhang 3 wird die Möglichkeit eröffnet, neu identifizierte besonders prüfpflichtige Anlagen mit minimalem Aufwand in die Verordnung aufzunehmen. Es kann aber auch notwendig sein, Schutzmaßnahmen dem speziellen Personenkreis anzupassen. Der Begriff „prüfpflichtige Änderung" ersetzt die Begriffe „Änderung" und „wesentliche Veränderung". Ob durch eine Maßnahme die Sicherheit eines Arbeitsmittels beeinflusst wird, entscheidet der Arbeitgeber im Rahmen seiner Gefährdungsbeurteilung.
- Da die Explosionsgefährdung primär vom Gefahrstoff ausgeht, erfolgen die Gefährdungsbeurteilung und die Festlegung von Schutzmaßnahmen zum Explosionsschutz nunmehr ausschließlich nach der Gefahrstoffverordnung. Dasselbe gilt für die Dokumentation dieser Gefährdungsbeurteilung. In § 9 Abs. 4 des Entwurfs der BetrSichV wird sodann bestimmt, dass für Arbeitsmittel, die in Bereichen mit gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre verwendet werden, unter Beachtung der Gefahrstoffverordnung die erforderlichen Schutzmaßnahmen getroffen werden müssen, insbesondere sind die für die jeweilige Zone geeigneten Geräte einzusetzen. Diese Schutzmaßnahmen sind vor der erstmaligen Verwendung der Arbeitsmittel im Explosionsschutzdokument nach § 6 Absatz 8 der Gefahrstoffverordnung zu dokumentieren.

➔

- Anhang 2 enthält konkrete Anforderungen und Definitionen für überwachungsbedürftige Anlagen aus § 1 Absatz 2, § 2 Absatz 11 ff. (Anwendungsbereich, Definitionen), der §§ 14, 15 (erstmalige und wiederkehrende Prüfungen) sowie § 17 in Verbindung mit Anhang 5 (Prüfung besonderer Druckgeräte) sowie an die ZÜS (§ 20) aus der BetrSichV in überarbeiteter und an den Stand der Technik angepasster Form.

PRÜFUNGEN BEI EXPLOSIONSGEFÄHRDUNGEN

In Anhang 2 werden in Abschnitt 3 die Regelungen zur Prüfung von „Ex-Anlagen" beschrieben. Dabei wurden insbesondere der Umfang der zu prüfenden „Ex-Anlage" und die Durchführung der Prüfungen im Wesentlichen dem Vorschlag des Ausschuss für Betriebssicherheit UA 3 AK „Brand- und Explosionsschutz" entsprechend aufgenommen. Daher wird sich bezüglich der Durchführung von Prüfungen und bezüglich des Umfangs der zu prüfenden Anlage in der Praxis keine Änderung ergeben. Für die Durchführung der Prüfungen sind besondere Qualifikationsanforderungen nunmehr in der Verordnung selbst festgeschrieben und qualifizierte Prüfer vorgesehen. Dieses Konzept wird durch das BMAS auch auf Lageranlagen und Füllstellen für brennbare Flüssigkeiten, Flugfeldbetankungsanlagen, die bisher von einer Zugelassenen Überwachungsstelle (ZÜS) geprüft werden mussten, übertragen. Tank- und Füllstellen für Kraftfahrzeuge hingegen bleiben prüfpflichtig durch eine ZÜS, da diese Anlagen von Jedermann aufgesucht werden.

In Bezug auf die Prüfungen durch die ZÜS sind Änderungen im Bundesrat zu erwarten, denn die Länder wollen eher den Umfang der bisherigen Prüfpflichten erhalten.

- Bei Prüfungen wurde eine rechtliche Ersetzensregel zur Vermeidung von Doppelprüfungen mit Prüfungen aus anderen Rechtsbereichen eingeführt; dies gilt auch für überwachungsbedürftige Anlagen und betrifft dabei insbesondere den Explosionsschutz. Die Möglichkeit, besonders prüfpflichtige Anlagen anstelle einer externen Zugelassenen Überwachungsstelle (ZÜS) durch den Arbeitgeber / Betreiber in eigener Verantwortung zu prüfen, wird erweitert.
- Künftig können zusätzlich unternehmenseigene ZÜS zugelassen werden.
- Die Vorschriften zur Instandhaltung werden sowohl im Hinblick auf den sicheren Zustand der Arbeitsmittel als auch im Hinblick auf die Instandhaltungstätigkeit selbst verbessert und damit ein bisheriger Schwerpunkt des Unfallgeschehens stärker berücksichtigt.
- Erlaubnispflichten nach geltendem Recht werden beibehalten. Es wird nunmehr aber auch die Vorlage einer Stellungnahme einer ZÜS für Lageranlagen, für brennbare Flüssigkeiten in ortsbeweglichen Behältern und für Flugfeldbetankungsanlagen gefordert. Die Pflicht zur Erlaubnis gilt nur noch für die erstmalige Errichtung; zur Erleichterung für den Arbeitgeber reicht bei Änderungen der Bauart oder der Betriebsweise eine Anzeige anstelle einer Änderungserlaubnis aus. Aus der Sicht der Vollzugsbehörden wird dies kritisch gesehen.
- Die Übergangsvorschriften der BetrSichV werden zur Klarstellung beibehalten (vgl. § 27 der BetrSichV).
- Die Richtlinie 2006/123/EG über Dienstleistungen im Binnenmarkt („EU-Dienstleistungsrichtlinie") muss für Prüfungen im Bereich der überwachungsbedürftigen Anlagen nicht angewendet werden, da es sich weitestgehend um Prüfungen zum Schutz von Beschäftigten handelt. Für den Arbeitsschutz ist in der EG-Richtlinie eine Ausnahme vorgesehen.

ZUSAMMENFASSUNG

Durch die Novelle der BetrSichV und der Änderung der Gefahrstoffverordnung werden für die betriebliche Praxis materiell keine neuen Anforderungen erhoben. In einigen Bereichen ist es eher eine Anpassung an die bestehende Vorgehensweise in den Betrieben. Dennoch wird die Novelle durch die grundsätzlich neue Struktur und die andere Verortung der Anforderungen zum Explosionsschutz in der GefStoffV und BetrSichV für einige Diskussionen sorgen. Im Bundesrat können durch die Länder noch Änderungsanträge eingebracht werden. Die vorstehenden Aussagen sind daher unter diesem Vorbehalt zu sehen.

WANN IST MIT DEM INKRAFTTRETEN DER NOVELLE ZU RECHNEN?

Am 27. August 2014 hat die Bundesregierung die neu gefasste Betriebssicherheitsverordnung beschlossen. Nach Zustimmung des Bundesrates ist mit dem Inkrafttreten Anfang 2015 zu rechnen.

AUTOR
URSULA AICH
[LEITERIN DEZERNAT 45.1, ABT. ARBEITSSCHUTZ UND UMWELT, REGIERUNGSPRÄSIDIUM DARMSTADT]

FORSCHUNGSPROJEKT ROBOGAS INSPECTOR:

GASLECKSUCHE MIT AUTONOMEN MOBILEN ROBOTERN

VON ABDELKARIM HABIB, GERO BONOW, ANDREAS KROLL, JENS HEGENBERG, LUDGER SCHMIDT, KASSEL, THOMAS BARZ, DIRK SCHULZ

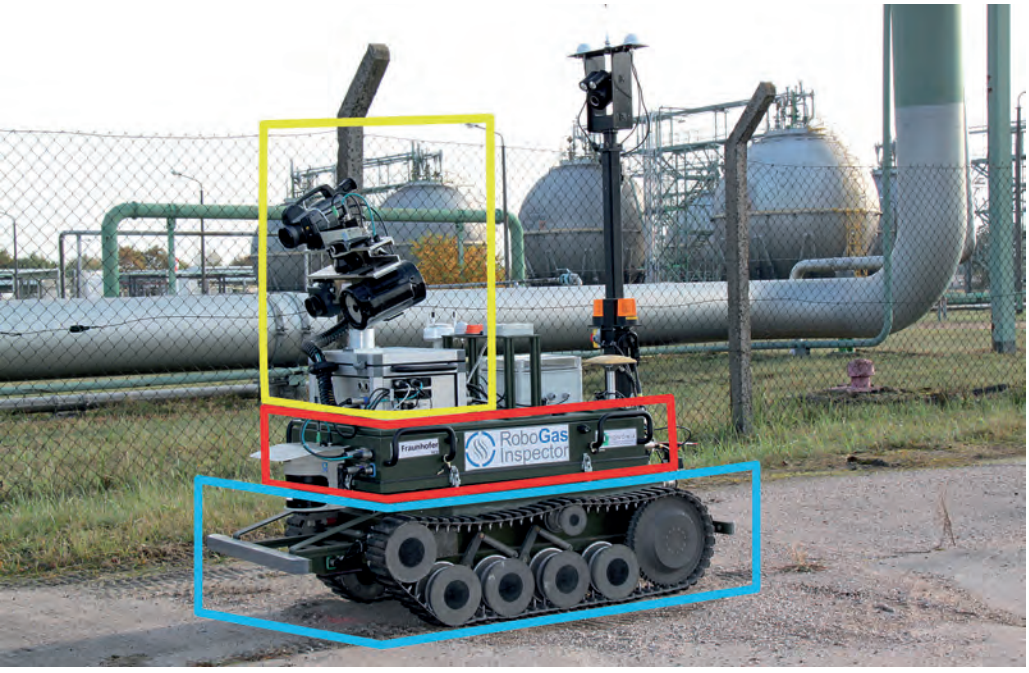


BILD 1
RoboGas Inspector-Inspektionsroboter bestehend, aus Plattform (blau), Navigationsmodul (rot) und Messmodul (gelb)

Im Rahmen des Förderprogramms AUTONOMIK des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie wurde in einem Konsortium aus neun Projektpartnern der Prototyp eines autonomen mobilen Roboters zur Gaslecksuche in ausgedehnten Industrieanlagen entwickelt. Anhand verschiedenartiger Sensorik zur Selbstlokalisation und Navigation wurde die autonome Beweglichkeit des Systems für beliebige Anlagen realisiert, mit der Option anhand von Teleoperation manuell in den Prozess einzugreifen. Ausgestattet mit Video- und Gasfernmesstechnik ist der Roboter imstande, Inspektionsaufgaben in Industrieanlagen durchzuführen, ohne in mögliche Gefahrenbereiche direkt einfahren zu müssen und ohne, dass ein Mensch vor Ort anwesend ist. Der Roboter kann zur routinemäßigen Inspektion von Anlagen oder zur gezielten Untersuchung spezifischer Anlagenteile eingesetzt werden. Dank der verwendeten Fernmesstechnik können auch Anlagenteile inspiziert werden, die aufgrund ihrer beschränkten Zugänglichkeit mittels herkömmlicher Messtechnik nur schwer zu inspizieren sind.

➔

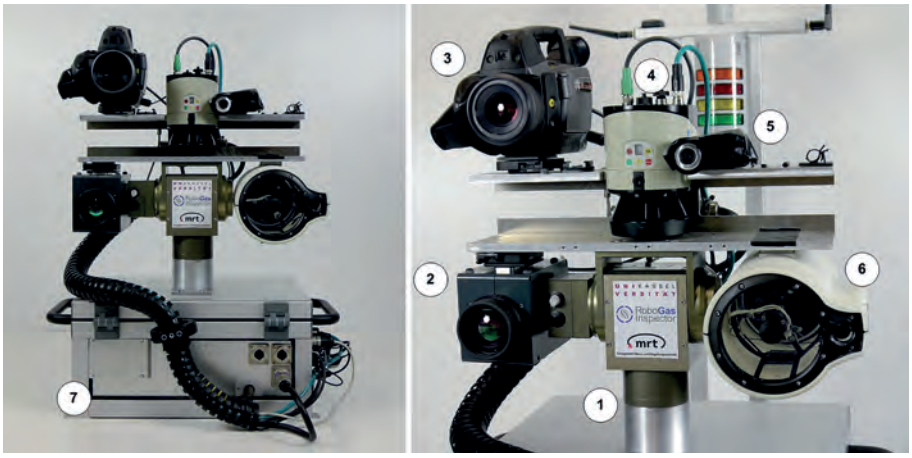


BILD 2
Inspektionsmodul: Schwenk-Neige-Einheit (1), Infrarotkamera (2), Gaskamera (3), Laserscanner (4), Videokamera (5), RMLD (6), Schaltschrank mit Computer (7)

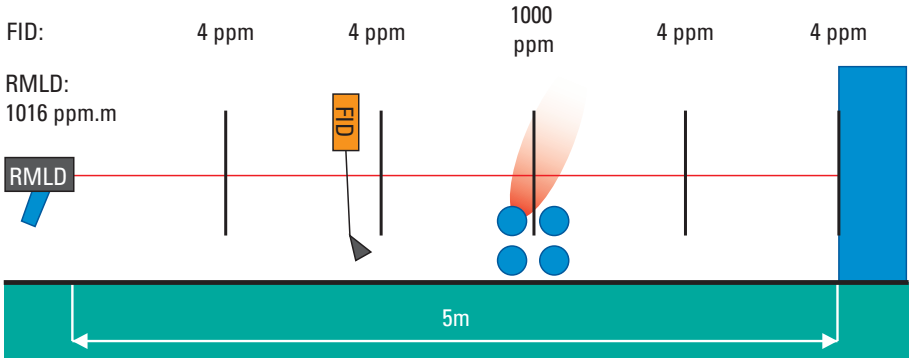


BILD 3
Vergleich der Messungen zwischen RMLD und einem In-Situ-Messgerät

PROJEKTÜBERBLICK

In Industrieanlagen werden häufig Stoffe eingesetzt, die entweder brennbar und/oder toxisch sind. Zur Gewährleistung der Betriebssicherheit und zur Vermeidung von Schäden an Menschen, Umwelt und Investitionsgütern sollten unvorhergesehene Stofffreisetzungen unbedingt vermieden werden. Gemäß der in der Sicherheitstechnik anerkannten „Leck-vor-Bruch"-Annahme, kündigen sich größere Schäden an Anlagen vorher meist durch kleine, leicht zu kontrollierende Defekte an [1]. Daher werden in Anlagen regelmäßige Inspektionsgänge durchgeführt. Hierbei wird die Anlage auf ihren ordnungsgemäßen Zustand von einem Mitarbeiter überprüft, der meist ohne Messtechnik nur anhand seiner Sinneswahrnehmungen und Erfahrung arbeitet. Das Projekt RoboGas^{Inspector} hat sich zum Ziel gesetzt, ein Mensch-Maschine-System mit autonomen mobilen Robotern zu entwickeln und zu evaluieren, mit dem ausgedehnte Industrieanlagen bezüglich Gaslecks überwacht und ggf. vorhandene Lecks autonom gefunden werden. Die Motivation dahinter ist, dass ein autonomes Inspektionssystem durch den Einsatz moderner Messtechnik eine erhöhte Güte und Wirtschaftlichkeit der Inspektionen verspricht und gleichzeitig den Menschen von monotonen Routine-Aufgaben entlastet. Der Einsatz von Gasfernmess- und Videotechnik ermöglicht zudem eine objektive und quantifizierbare Vergleichbarkeit der einzelnen Inspektionsfahrten und -messungen. Durch die automatische Aufzeichnung der Ergebnisse kann zudem der Anlagenbetreiber die Überwachung seiner Anlage dokumentieren. Insbesondere bei Anlagen mit toxischen Gasen stellt der Einsatz eines Inspektionsroboters einen großen Vorteil dar, da potenziell gefährliche Zonen nicht mehr regelmäßig von einem Menschen betreten werden müssen, sodass eine gesundheitliche Gefährdung des Anlagenpersonals ausgeschlossen werden kann. Nachfolgend werden ausgewählte Ergebnisse des Projekts RoboGas^{Inspector} vorgestellt.

Im Projekt RoboGas^{Inspector} wurde ein Prototyp des teilautonomen Inspektionssystems entwickelt und in mehreren Labor- und Freifeldversuchen erfolgreich evaluiert. Das System umfasst autonome mobile Inspektionsroboter zur Gasdetektion und Leckortung, Telemanipulationsroboter, z. B. zur ferngesteuerten Bedienung von Ventilen [2], sowie einen Leitstand zur Planung, Überwachung, Dokumentation und Teleoperation.

Der Inspektionsroboter besteht aus drei Baugruppen (**BILD 1**) einer für den Außeneinsatz geeigneten kettengetriebenen Fahrplattform, einem Navigationsmodul und einem Inspektionsmodul.

Die verwendete Plattform tEODor der Fa. Cobham (telerob Gesellschaft für Fernhantierungstechnik mbH) wurde speziell für Einsätze im Gelände entwickelt. Sie besteht aus einem elektrischen Antriebssystem und handelsüblichen Autobatterien, die gleichzeitig die Energie für das Navigations- und das Inspektionsmodul liefern (5, 12 und 24 V). Während in [3] eine detaillierte Beschreibung der eingesetzten Hardware zu finden ist, soll im Folgenden eine kurze allgemeine Beschreibung erfolgen.

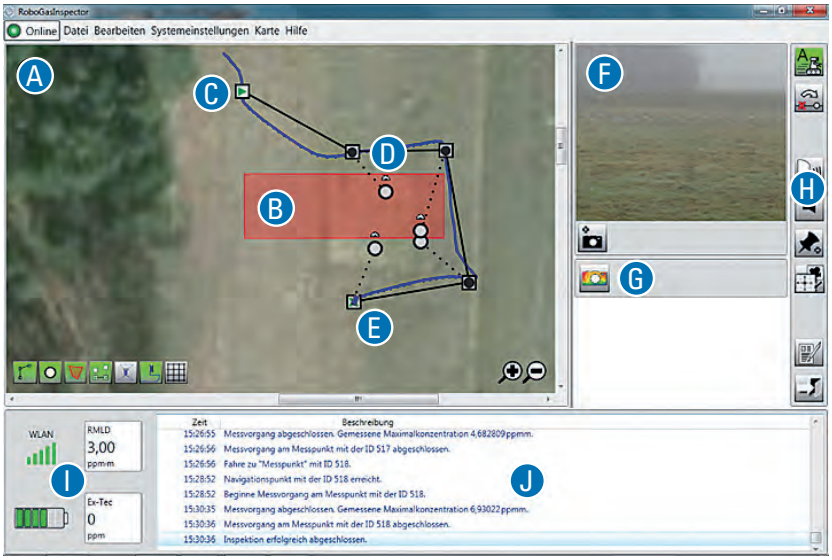


BILD 4
Screenshot der Leitwartensoftware. (A) Zoombare Karte bzw. ein Satellitenbild des Inspektionsgebiets, (B) manuell definierter Sperrbereich, in den der Roboter nicht einfahren darf, (C) Startpunkt der Inspektionstour, (D) Wegpunkt, an dem eine Funktion ausgeführt werden soll. Hier wurde eine Inspektionsmessung definiert – das Messziel ist durch den durch eine gestrichelte Linie verbundenen weißen Kreis dargestellt, (E) Endpunkt der Route. Die blaue Linie zeigt die real zurückgelegte Strecke. (F) Bild von der Videokamera des Roboters, (G) zusätzliche Ansichten für z. B. Infrarotkamera oder Gaskamera, (H) Bedienelemente, (I) Statusanzeigen für Roboter und Gasmesstechnik, (J) Protokoll aller aufgelaufenen Statusmeldungen

Die Sensorik des Navigationsmoduls umfasst 2-D-Laserscanner, die an der Front und am Heck des Roboters montiert sind, sowie ein (D) GPS-Empfänger. Das GPS-System ist vor allem beim Einsatz im Außenbereich mit gutem GPS-Empfang gedacht. Insbesondere im offenen Gelände ohne Hindernisse erfolgt die Selbstlokalisation und Navigation des Roboters per (D) GPS. Für die Navigation in Innenräumen, Gegenden mit schlechtem GPS-Empfang sowie vielen Hindernissen werden die 2-D-Laserscanner genutzt. Anhand der vorab geladenen digitalen Karte des zu befahrenden Areals führt der Roboter einen kontinuierlichen Abgleich mit den aktuellen Entfernungsmessungen seiner 2-D-Laserscanner durch. Durch diese Vorgehens- weise kann der Roboter feststellen, wo er sich in der Karte befindet und wo Hindernisse zu erwarten sind. Neben realen physischen Hindernissen können auf den Karten auch Bereiche markiert werden, in die der Roboter auf keinen Fall einfahren darf (z. B. Ex-1-Zonen, Bereiche mit schwer erkennbaren Hindernissen etc.). Die 2-D- Laserscanner dienen außerdem der Ortung von Hindernissen, die nicht in der digitalen Karte verzeichnet sind. Dies können z. B. Kraftfahrzeuge, Menschen o. Ä. sein, die sich in der Anlage bewegen oder statische Objekte, wie z. B. abgestellte Paletten oder Fässer. Wird ein Hindernis im Fahrweg des Roboters erkannt, werden diese Daten zur Kollisionsvermeidung genutzt und eine Umfahrungsroute berechnet. Ist eine Umfahrung nicht möglich, wartet der Roboter, bis der Weg wieder frei ist. Des Weiteren stehen Neigungssensoren zur Verfügung, die gewährleisten, dass der Roboter keine Schrägen befährt, auf denen er umkippen könnte.

Das Inspektionsmodul (**BILD 2**) besteht aus einer Schwenk-Neige-Einheit (PTU, Schunk PW90), auf der die einzelnen Systeme zur Gasfernmessung montiert sind. Die Gasfernmesstechnik besteht hauptsächlich aus einem aktiven, TDLAS (Tuneable Diode Absorption Spectroscopy) basierten, für Methan ausgelegten Gasfernmessgerät „RMLD" (Remote Methane Leak Detector, zur Verfügung gestellt von der Fa. SEWERIN).

Der Sensor emittiert einen Infrarotlaserstrahl. Trifft der Laserstrahl auf eine Oberfläche, so wird dieser diffus reflektiert und die zurückgeworfene Restintensität vom RMLD erfasst. Im Gegensatz zu normalen Lasern wird der RMLD-Laser kontinuierlich zwischen zwei Wellenlängen verstimmt. Trifft der Strahl auf seinem Weg auf Methan, wird das Laserlicht bei einer Wellenlänge gaskonzentrationsabhängig absorbiert, während bei der anderen Referenzwellenlänge das Methan keinen Einfluss auf das Laserlicht hat. Dieser Unterschied in den Lichtintensitäten wird vom RMLD durch Anwendung des Lambert-Beer-Gesetzes in eine integrale Gaskonzentration umgerechnet.

Konventionelle In-Situ-Gasmessgeräte geben die Gaskonzentration in ppm oder Vol.-% aus. Im Gegensatz dazu erfolgt die Konzentrationsangabe des RMLD in ppm • m, da die Messung nicht an einem Punkt, sondern über den vom Laserstrahl durchstrahlten Messpfad erfolgt. Ob sich im Messpfad eine große Wolke mit geringerer Konzentration oder eine kleine Wolke mit hoher Konzentration befindet, kann nicht anhand einer Messung mit dem RMLD festgestellt werden (**BILD 3**).

➔

BILD 5
Anlagen für die Anlagentests: PCK Erdölraffinerie in Schwedt/Oder (oben) und GASCADE Erdgasverdichterstation Reckrod (unten). Bilder: PCK bzw. GASCADE

Die RMLD-Messungen sind somit von der Messpfadlänge abhängig. Um dieser Abhängigkeit Rechnung zu tragen, verfügt das Inspektionsmodul über einen Laserentfernungsmesser, der zu jeder RMLD-Messung die jeweilige Messpfadlänge liefert. Im RoboGas^{Inspector}-System wird die mit dem RMLD gemessene inte grale Gaskonzentration durch die ermittelte Messpfadlänge geteilt. Die resultierende Gaskonzentration in ppm ist demnach die mittlere Gaskonzentration im Messpfad. Durch den Vergleich mit der natürlichen Gaskonzentration, kann so ein potenzielles Leck einfacher bzw. zuverlässiger erkannt werden.

Weiterhin sind auf dem Inspektionsmodul eine Infrarotkamera (InfraTec VarioCam hr head), sowie ein passives Gasfernmesssystem (Gaskamera FLIR GF320) montiert [3]. Anhand der Infrarotkamera können zum einen Leckagen detektiert werden, die sich durch unterschiedliche Oberflächentemperaturen bemerkbar machen. Entweder aufgrund von hot spots beim Austritt heißer Gase oder durch cold spots an der Leckstelle durch die Abkühlung bei der Expansion von Gasen. Zum anderen ist mit der In- frarotkamera auch die Detektion weiterer unerwünschter Zustände in der Anlage möglich, z. B. heißlaufende Kugellager von Pumpen oder ausgelaufene Flüssigkeiten, die z. B. eine kalte Lache durch Verdunsten bilden. Die verwendete Gaskamera bietet die Möglichkeit, im Gegensatz zum ausschließlich auf Methan ausgerichteten RMLD, weitere Gase, z. B. aus der homologen Reihe der Alkane, zu detektieren. Da es sich bei der Kamera um ein passives Messgerät handelt (es wird ausschließlich die Wärmestrahlung des Hintergrunds verwendet), ist die Empfindlichkeit im Vergleich zum aktiven RMLD (Empfindlichkeit RMLD bei einer Messpfadlänge von 30 m: 10 ppm • m) etwa um den Faktor 100 geringer.

Da trotz der verwendeten Gasfernmesstechnik nie ganz ausgeschlossen werden kann, dass der Roboter von einer zündfähigen Atmosphäre umgeben ist (z. B. durch plötzliche Windrichtungsänderungen bzw. Gasfreisetzungen) befindet sich ein In-Situ-Gassensor (Sewerin EX-TEC HS 680) an Bord, dessen Alarmausgang bei Erreichen von zurzeit 4 % der UEG von Methan das gesamte System stromlos schaltet.

Zur Ferndiagnose und zum Zwecke der Teleoperation befindet sich noch eine Videokamera auf dem Messmodul, deren Bild in der Leitwarte (**BILD 4**) abrufbar ist und dem Operator die Möglichkeit bietet, Anlagenteile genauer zu begutachten, ohne selber vor Ort präsent sein zu müssen.

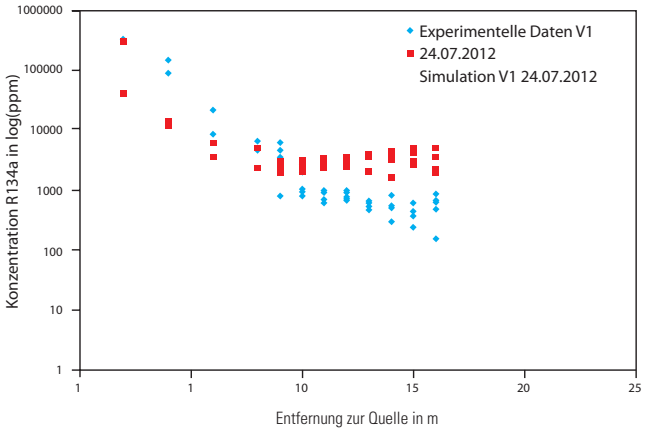


BILD 6
Vergleich der Messwerte der Konzentration über die Entfernung zur Quelle für eine Punktquelle mit einem Massenstrom von 55 g/s R134a mit den Ergebnissen der Simulation mit ANSYS CFX

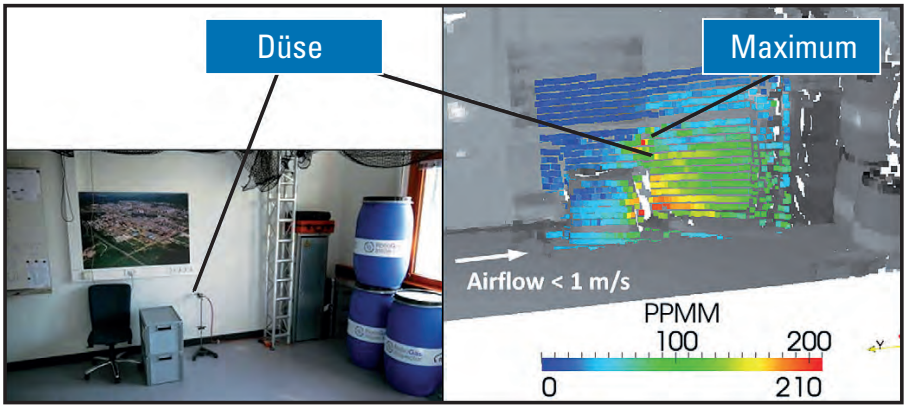


BILD 7
Testmessung mit dem RMLD im Labor mit einem Leckmassenstrom von 2 mg/s (Methan 2.5) ohne Berücksichtigung der Messpfadlänge

GASAUSBREITUNGSUNTERSUCHUNGEN UND SYSTEMTESTS

Weiterhin verfügt der Inspektionsroboter über Rechnersysteme für die autonome Navigation und Gaslecksuche sowie über eine WLAN-Datenverbindung (IEEE 802.11bgn). Diese dient der Übermittlung aller Messdaten an die Leitwarte sowie im Bedarfsfall der Fernsteuerung des Roboters von der Leitwarte aus.

Auf der Basis von umfangreichen Aufgabenanalysen wurde die Arbeitsteilung zwischen Mensch und Maschine definiert [4] und die Mensch-Maschine-Schnittstelle in der Leitwarte vom Fachgebiet Mensch-Maschine-Systemtechnik der Universität Kassel konzipiert, realisiert und evaluiert. Anhand von Simulationen und umfangreichen Feldtests wurden die Navigations- und Mobilitätsalgorithmen (Fraunhofer FKIE) ebenso wie die Gasdetektions- und Leckortungsstrategien (Fachgebiet Mess- und Regelungstechnik, Universität Kassel) entwickelt und getestet.

Um bei der Entwicklung der Gas detektions- und Leckortungsstrategien möglichst realitätsnahe Daten zur Verfügung zu haben, wurden in der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) Versuche und Simulationen zur Gasausbreitung durchgeführt [5]. Hierbei dienten experimentelle Daten aus Freifeldtests der Validierung der Simulationen mit dem CFD-Programmpaket ANSYS CFX. Die Ergebnisse der Simulationen fanden wiederum Eingang in die Robotersimulation zur Entwicklung der Gasdetektions- und Leckortungsalgorithmen. Die Funktionsfähigkeit des RoboGas[Inspector]-Systems wurde in umfangreichen Anlagentests geprüft und demonstriert. Hierbei wurde die Funktionalität des Gesamtsystems mit autonomer Navigation und Lecksuche in realen Anlagen **(BILD 5)** bei den Projektpartnern GASCADE und PCK getestet.

Bei den in der BAM durchgeführten Gasausbreitungsversuchen wurde R134a mit Massenströmen von ca. 50 g/s auf dem Testgelände Technische Sicherheit der BAM in Horstwalde freigesetzt. Um eine möglichst realitätsnahe Ausbreitungssituation zu schaffen, wurde ein Zylinder mit 5 m Durchmesser und 4 m Höhe aufgebaut, der als Strömungshindernis diente und einen Tank in einer Anlage darstellen sollte. Die Simulationen dieses Szenarios mit ANSYS CFX ergaben eine gute Übereinstimmung mit den Messungen. Exemplarisch ist in **BILD 6** der Vergleich der gemessenen Maximalkonzentration mit den Maxima der transienten Simulation für einen Versuch abgebildet. An jeder x-Position befanden sich während der Messungen mehrere Sensoren nebeneinander. Die Messwerte und zugehörigen Simulationsergebnisse aller Sensoren sind in **BILD 6** dargestellt, sodass zu jeder Entfernung eine Streuungsbreite der ermittelten

➔

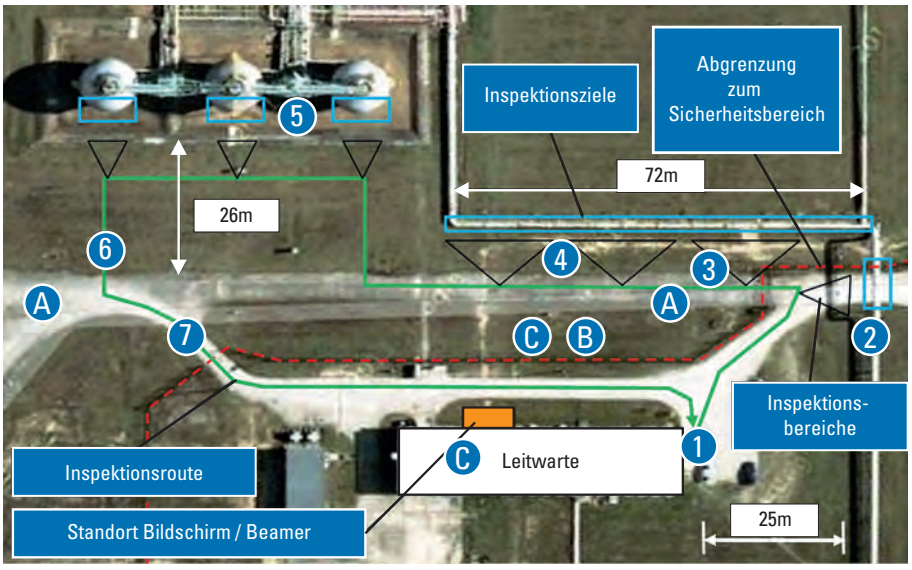


BILD 8
Abschlusstest in der PCK Raffinerie in Schwedt/Oder zur Demonstration der Funktionen des RoboGas^{Inspector}-Systems (Hintergrund Google Maps)

Konzentrationen wiedergegeben wird. Insgesamt gibt die Simulation, bezogen auf alle durchgeführten Experimente, den Konzentrationsverlauf qualitativ und quantitativ gut wieder. Diese Daten wurden dann in der Entwicklung der Leckortungsstrategien verwendet, die wiederum in Labor- und Freifeldversuchen getestet wurden.

Die Leckortung erfolgt in einem mehrstufigen Verfahren. Zunächst wird die Richtung der maximalen sichtbaren Gaskonzentration bestimmt. **BILD 7** zeigt einen Versuch unter Laborbedingungen. In diesem Versuch wurde Methan mit einem Massenstrom von ca. 2 mg/s aus einer Düse mit 0,1 mm Durchmesser freigesetzt (entspricht etwa der Freisetzungsmenge aus einem Gasfeuerzeug). Auch wenn keine absoluten Konzentrationen ablesbar sind, so sind zumindest das sichtbare Maximum und die Bereiche mit potenziell erhöhten Konzentrationen gut zu erkennen.

Auf dieser Grundlage wird am Inspektionsort zunächst mit einem groben Raster eine Abtastung mit dem RMLD durchgeführt. Wird eine signifikante Konzentration detektiert, so wird dem Konzentrationsgradienten folgend und mit einem immer feiner werdenden Raster (dynamische rasterbasierte Suchstrategie DRS [6]), die Richtung zum potenziellen Leck bestimmt. Der Roboter wird anschließend seitlich zur vermutlichen Leckposition bewegt und der Vorgang wiederholt. Aufgrund der Messergebnisse aus verschiedenen Blickwinkeln wird abschließend das Leck durch Triangulation lokalisiert.

Neben diversen Tests wurde zum Projektende ein Anlagentest durchgeführt, bei dem alle entwickelten Funktionen des Roboters demonstriert wurden. In **BILD 8** ist die Teststrecke dargestellt. Hierbei ist insbesondere die Teststrecke zwischen den Punkten 1 bis 7 interessant.

Die Punkte A bis D markieren demonstrierte Zusatzaufgaben, wie z. B. der Test des Gas-Not-Aus-Systems, das den Roboter bei Überschreiten von 4 % UEG Methan stromlos schaltet (Punkt C) oder die Demonstration der Leitwarte bezüglich der Inspektionsplanung und -überwachung (Punkt D) sowie der Teleoperation (Punkt B).

Der Testparcours beginnt und endet am Punkt 1. Auf der abzufahrenden Route mussten eine Rohrbrücke (Punkt 2) und Rohrleitungen (Punkt 3) mit zufällig platzierten simulierten Lecks inspiziert und die Leckstellen gefunden werden. An Punkt 4 musste ein definierter Sperrbereich umfahren werden, um dann den Inspektionspunkt 5 anzufahren. Während zwischen den Punkten 1 bis 5 die Roboterlokalisation und -navigation, basierend auf den 2D-Laserscannern und der digitalen Karte erfolgte, wurde auf der Freifläche zwischen Punkt 5 und 7 rein GPS-basiert navigiert. An Punkt 7 wurde eine künstliche Engstelle mit Tonnen simuliert, durch die der Roboter teleoperiert gefahren werden musste, um anschließend autonom wieder zum Ausgangspunkt zurückzukehren. Die Navigations- und Inspektionsaufgaben wurden fehlerfrei ausgeführt.

BILD 9 zeigt die Konzentrationsscans des RMLD entlang der Pipeline mit simuliertem Leck am Inspektionspunkt 3. Während der Roboter sich im unteren Bereich der Abbildung befindet, ist die Rohrleitung aus **BILD 8** deutlich im oberen Abschnitt von Bild 9 zu erkennen. Ebenso deutlich ist die Gaswolke um das simulierte Leck mit dem Konzentrationsmaximum an der simulierten Leckstelle (rote Punkte im Scan) zu sehen, die der Roboter als solches auch erkannt hat. Die Position der simulierten Leckstellen wurde bei einem Volumenstrom von 150 l/h in den Abschlusstests mit einer Genauigkeit von 0,5 m (1 s) innerhalb von ca. 3 min geortet. Ähnliche Ergebnisse und weitere Details zur verwendeten Leckortungsstrategie werden in [7] präsentiert.

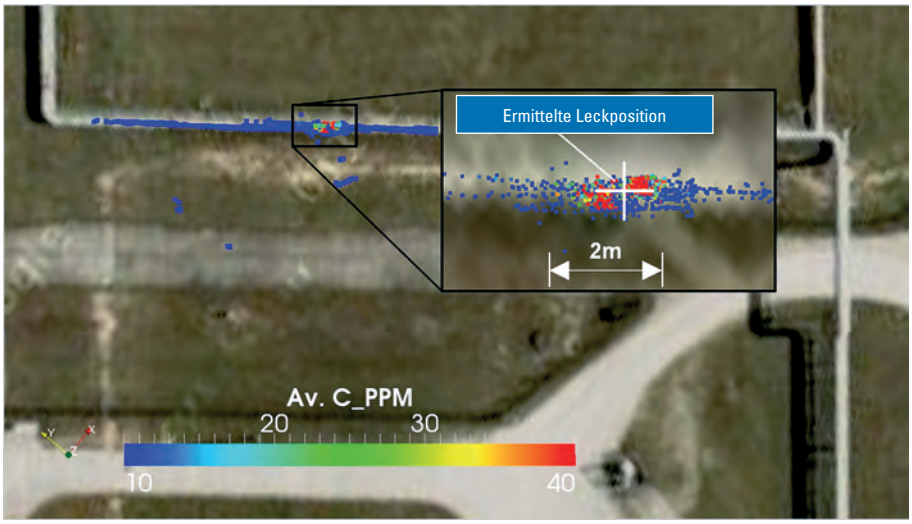


BILD 9
Überlagerung der verarbeiteten RMLD-Messwerte an der Rohrleitung während des Abschlusstests. Deut lich ist die Position des Testlecks (WGS 84: N53.10810, E14.23158) zu erkennen, das der Roboter in drei Schritten orten konnte (Hintergrund: Google Maps)

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Der im Projekt RoboGas[Inspector] entwickelte Prototyp eines Inspektions- und Servicerobotersystems zur autonomen Gasdetektion und Leckortung bietet durch die verwendete Gasfernmesstechnik die Möglichkeit, Anlagenteile hinsichtlich möglicher Gaslecks aus der Ferne zu überprüfen und zu orten. Somit sind zum einen auch Stellen inspizierbar, die sonst aufgrund ihrer Lage nur schwer zu erreichen sind. In den meisten Fällen kann zudem ein ausreichender Abstand zur Leckage eingehalten werden, wodurch vermieden wird, dass sich der Roboter in eine zündfähige Atmosphäre begibt. In ausführlichen Testreihen hat der Systemprototyp seine Funktionsfähigkeit unter Beweis gestellt und alle Anforderungen bezüglich der Mobilitäts- und Inspektionsfunktionen erfüllt. Dennoch ist für einen industriellen Einsatz noch weitere Entwicklungsarbeit, z. B. auf den Gebieten Ex-Schutz, Mobilität, Sensorik und Softwareentwicklung (z. B. nach ISO/IEC 9126), notwendig. Neben den technischen müssen aber auch rechtliche Fragestellungen für den kommerziellen Einsatz bezüglich des autonomen Betriebs (z. B. Produkthaftung, Gewährleistung etc.) geklärt werden.

DANKSAGUNG

Das Projekt RoboGas[Inspector] wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert.

Forschungsprojekt RoboGas[Inspector]: Gasleck-suche mit autonomen mobilen Robotern von Karim Habib, erschienen in der Fachzeitschrift Technische Sicherheit 5/2013, zum Nachdruck in Ex-Zeitschrift 2014 (deutsch) und Ex-Magazine 2014 (englisch).

AUTOREN
ABDELKARIM HABIB
[BAM BUNDESANSTALT FÜR MATERIALFORSCHUNG UND -PRÜFUNG, BERLIN],
GERO BONOW, ANDREAS KROLL
[FACHGEBIET MESS- UND REGELUNGSTECHNIK, UNIVERSITÄT KASSEL],
JENS HEGENBERG, LUDGER SCHMIDT
[FACHGEBIET MENSCH-MASCHINE-SYSTEMTECHNIK, UNIVERSITÄT KASSEL],
THOMAS BARZ UND DIRK SCHULZ [FRAUNHOFER FKIE, UNBEMANNTE SYSTEME, WACHTBERG]

LITERATUR

[1]
Kroll, A.: A survey on mobile robots for industrial inspection. In: Int. Conf. on Intelligent Autonomous Systems IAS 10 (Baden-Baden 2008), S. 406-414.

[2]
Hegenberg, J.; Cramar, L.; Schmidt, L.: Task- and user-centered design of a human-robot system for gas leak detection: From requirements analysis to prototypical realization. In: Petrovic, I.; Korondi, P. (Hrsg.): 10th International IFAC Symposium on Robot Control. Dubrovnik, Croatia 2012. Dubrovnik: International Fede ration of Automatic Control (IFAC), 10 (2012), S. 793-798.

[3]
Soldan, S.; Welle, J.; Barz, T.; Kroll, A.; Schulz, D.: Towards autonomous robotic systems for remote gas leak detection and localization in industrial environments. Proceedings of the 8th International Conference on Field and Service Robotics (FSR2012), Matsushima, Japan Vol. 8 (2012).

[4]
Schmidt, L.; Hegenberg, J.; Cramar, L.: Mensch- Roboter-System zur Gaslecksuche: Von der Anforderungserhebung zur prototypischen Realisierung. atp edition – Automatisierungstechnische Praxis 53 (2011) Nr. 12, S. 56-65.

[5]
Habib, A.; Schalau, B.; Schmidt, D.: Comparing different methods for calculating the gas dispersion. CEt – Chemical Engineering Transactions 31 (2013).

[6]
Baetz, W.; Kroll, A.; Bonow, G:, Mobile robots with active IR-optical sensing for remote gas detection and source localization. In: Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2009), S. 2773-2778, IEEE, Kobe, Japan.

[7]
Bonow, G.; Kroll, A.: Gas leak localization in industrial environments using a TDLAS-based remote gas sensor and autonomous mobile robot with the Tri-Max method. In: Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2013), IEEE, Karlsruhe.

STEUERUNGEN UND ENERGIEVERTEILUNGEN

FÜR EXPLOSIONSGEFÄHRDETE BEREICHE UND DIE ENTWICKLUNG DER TECHNOLOGIE ÜBER 40 JAHRE

VON JÜRGEN POIDL

Explosionsgeschützte Steuerung von R. STAHL
in einem Treibstofflager des Mannheimer Rheinhafens
Ex
Verteilungen und Steuerungen
für explosionsgefährdete Bereiche aller
Zündgruppen und Explosionsklassen.
Leistungsfähige Anlagen erfordern im Explosionsschutz eine besonders sorgfältige Projektierung. Dazu gehören langjährige Erfahrungen. STAHL hat diese Erfahrung, denn seit 20 Jahren liefern wir (Ex)-Verteilungen und Steuerungen bis 630 A Nennstrom. Das drückt sich im gesamten Aufbau aus. Der ist kompakt und trotzdem service-freundlich, denn wir haben etwas gegen schlecht zugängliche Einbauten. Im Ernstfall – bei Reparatur und Wartung – können diese wertvolle Zeit kosten.
Deshalb: Vertrauen Sie unserer Erfahrung – vertrauen Sie STAHL. Die Betreiber der Anlagen und der Wartungsdienst werden es Ihnen danken.
Bitte fordern Sie Prospekt SW 32 an.
STAHL
R. STAHL · SCHALTGERÄTEWERK · BRD 7118 KÜNZELSAU · POSTFACH 210

Schalten, Steuern und Energieverteilen erfordert sichere und über längere Betriebszeiten zuverlässig funktionierende Betriebsmittel. Von besonderer Bedeutung ist dies in explosionsgefährdeten Betriebsstätten, für die einschlägige Richtlinien und Normen gelten.

Die Firma R. STAHL stellte bereits in den zwanziger Jahren des vorigen Jahrhunderts explosionsgeschützte Befehlsgeräte und Leuchtmelder für ihren Aufzug- und Hebezugbereich her. Schon in der ersten Ausgabe der seit 1974 von R. STAHL herausgegebenen Ex-Zeitschrift sind Steuerungen und Verteilungen aus dem inzwischen sehr wesentlich erweiterten Produktionsprogramm Thema gewesen. In diesem Beitrag sind die weitere Entwicklung dieser Technologie und der heute erreichte Stand aufgeführt.

GEHÄUSETECHNIK

Elektrische Schaltvorgänge verursachen in der Regel Schaltfunken oder Lichtbögen. Ab einer bestimmten Energiemenge können diese eine wirksame Zündquelle darstellen. Die Aufgabenstellung bei der Entwicklung von explosionsgeschützten Schaltgeräten ist die Neutralisierung dieser Zündquellen. Als hauptsächliche Zündschutzarten kommen hier die Druckfeste Kapselung „Ex d", die Überdruckkapselung „Ex p" und die Ölkapselung „Ex o" infrage, letztere wird mittlerweile kaum noch angewendet. Darüber hinaus finden weitere Zündschutzarten Anwendung, wie beispielsweise Erhöhte Sicherheit „Ex e" und Vergusskapselung „Ex m".

Die erste und klassische Ausführung war der Einbau konventioneller Schaltgeräte in einem entsprechend großen druckfest gekapselten Gussgehäuse. Die Druckfeste Kapselung hält einer Explosion im Inneren des Gehäuses stand und verhindert den Austritt heißer Gase in die Umgebung. Auf Grund der damit verbundenen Flexibilität der möglichen Einbauten ist die Zündschutzart „Ex d" immer noch eine der häufigsten Einsatzfälle.

Im Explosionsschutz lassen sich die verfügbaren Lösungen nach der Art des Aufbaus und der angewandten Zündschutzarten einteilen (**BILD 1**).

- Gehäusetechnik mit direkter Kabeleinführung
- Gehäusetechnik mit indirekter Kabeleinführung
- Modultechnik mit einzeln gekapselten Modulen (**BILD 2**)
- Komponenten mit integraler Lösung aus dem Explosionsschutz und der Produktfunktion.

Eine Herausforderung im Explosionsschutz von Schaltgerätekombinationen war es, die konstruktiven Lösungen für die Zündschutzarten zu entwickeln. Die entstandenen Prinzipien haben bisher unverändert im Ansatz der sicherheitstechnischen Bewertung der Zündquellen Bestand. Von Beginn an ist die Frage nach den Kriterien für sichere Installation, Inbetriebnahme, Benutzung und Wartung der Produkte wichtig.

Die Normen der Zündschutzarten legen konstruktive Kriterien fest, die mit entsprechenden Prüfungen nicht nur den Explosionsschutz, sondern auch die Beständigkeit gegen die zu erwartenden Umwelteinflüsse und Alterungserscheinungen nachweisen. Die Auswahl der Kabel und Leitungen zur Installation in Explosionsgefährdeten Bereichen erfolgt beispielsweise nach DIN EN 60079-14 VDE 0165-1 Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen.

Zur Einführung von Kabeln und Leitungen stehen verschiedene technische Möglichkeiten zur Auswahl. Diese unterscheiden sich wesentlich in der Ausführung, in den Anforderungen und in den Kosten für Wartung und Instandhaltung und werden im Folgenden erläutert.

➔

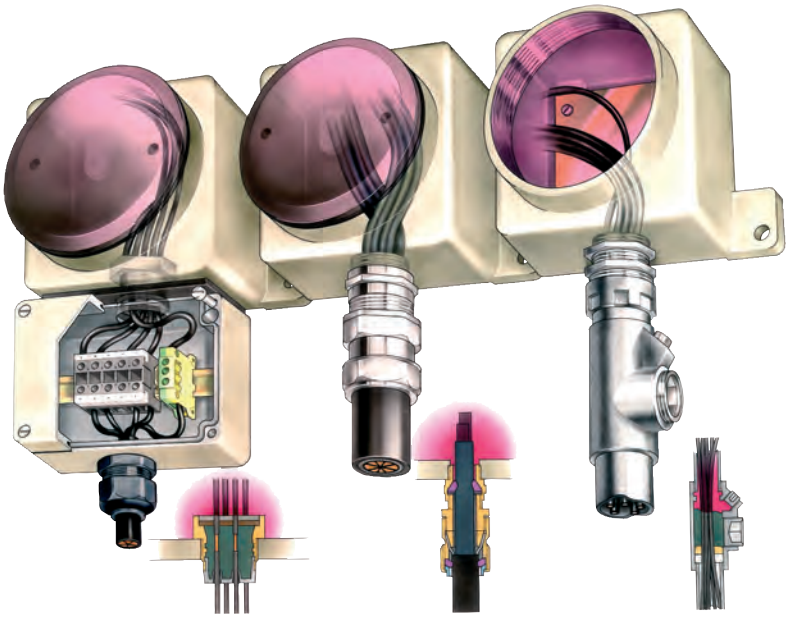


BILD 1
Übersicht zur Gehäusetechnik

GEHÄUSETECHNIK MIT DIREKTER KABELEINFÜHRUNG

Es wird zwischen Installation von Leitungen und der Verrohrungstechnik, auch Conduit-Technik nach den US-amerikanischen NEC-Normen genannt, unterschieden. Letztere wird im weiteren nicht betrachtet, da sie hauptsächlich in Nordamerika angewandt wird. Im Gegensatz zu andere Märkten hat sich die Kabelinstallation dort noch nicht allgemein durchgesetzt.

Die Kabel und Leitungen, die der Norm entsprechend verwendet werden, lassen einige Fragen offen. Die Installateure sind bei der Auswahl in vielen Fällen überfordert. Die Passung zwischen der Leitung und der Leitungseinführung muss für die Zündschutzart „d" geeignet sein.

Dazu gibt es zwei grundsätzche Lösungen. Zum Einen, die Kabeleinführung mit einem Dichtring und zum Anderen, die Kabeleinführung zur Abdichtung der einzelnen Adern mit Hilfe eines im Kabel eingebrachten Dichtungswerkstoffes.

Die Durchführung der Montagearbeiten zur direkten Kabeleinführung muss mit besonderer Sorgfalt ausgeführt werden. Bei einem Fehler in der Ausführung der Kabeleinführung mit einer Vergussmasse oder mit einem Dichtring kann es im Fall einer inneren Explosion im Ex d Gehäuse zum Zünddurchschlag nach außen kommen.

Bleibt noch die Wartung und die damit verbundene Bewertung des druckfesten Abschlusses der Kabeleinführung. Da die Kabel in Hinsicht auf die Alterungsprozesse nicht bewertet werden und im Einsatz die technischen Eigenschaften der Kabel maximal durch sporadische Sichtprüfungen auf äußere Mängel begutachtet werden können, ist hier die größte Unsicherheit in der sicherheitstechnischen Funktion zu sehen. Für druckfeste Gehäuse gilt es, die mechanische Festigkeit des Gehäuses und die Zünddurchschlagssicherheit während der gesamten Betriebsdauer zu erhalten. Auch hier stellt sich die Frage wie das Kabel selbst in der Praxis bewertet wird. Dies führt nach der Erfahrung des Autors in vielen Fällen zu Klärungsbedarf bei den Kunden. Die Sachverhalte aus den einschlägigen Normen werden dabei ausgiebig diskutiert.

Grundsätzlich stellt sich die Frage wie Sicherheitstechnik verlässlich funktioniert, wenn man eine gewisse technische Unsicherheit akzeptieren muss. Deshalb war und ist eine andere Lösung gefragt. Das Ziel ist, ein höheres Maß an Sicherheit und damit auch bessere Vorrausetzungen für die Wirtschaftlichkeit zu erreichen. Dies führte zur Technik der indirekten Kabeleinführung.

GEHÄUSETECHNIK MIT INDIREKTER KABELEINFÜHRUNG

Bei der indirekten Kabeleinführung ist mit einem größeren Material- und Montageaufwand bei der Herstellung der elektrischen Betriebsmittel zu rechnen. Diese Mehrkosten werden aber durch die Reduzierung der technischen Unzulänglichkeiten gegenüber der direkten Leitungseinführung mehr als ausgeglichen. Die indirekte Kabeleinführung wird mit werksseitig abgedichteten druckfesten Gehäusen gelöst. Die elektrischen Verbindungen werden über sogenannte Aderleitungsdurchführungen oder Bolzendurchführungen hergestellt und im Anschlussraum in Ex e Technik auf Anschlussklemmen verdrahtet. Auf diese Anschlussklemmen werden die Zu- und Abgangskabel verbunden. In diesen Anschlussräumen werden einfache Kabelverschraubungen mit entsprechender Ex e Zulassung verwendet. Für die Zündschutzart Ex e ist es ausreichend, die IP Schutzart zum Schutz der Einbauten gegen Umwelteinflüsse einzuhalten. Die Mindestanforderung ist bei IP54 nach entsprechender Alterung und nach mechanischer Beschädigung festgelegt. Damit sind die Zündquellen sicher gekapselt und für die Installation sind keine wesentlichen Änderungen zur gewohnten industriellen Installationstechnik zu beachten. Die Bewertung bei der Wartung fällt

Deckel mit Gewindespalt (BILD 3)
Beim Öffnen eines Deckels mit Gewinde ist eine hohe Kraft nötig damit die große Reibung an der Umfangsfläche überwunden wird. Das Gewicht des Deckels ist dabei zu beachten. Für größere Gehäuse ist deshalb ein Scharnier am Deckel notwendig um das Risiko von Unfällen durch den schweren Deckel zu minimieren.

Deckel mit Flachspalt und Deckelschrauben
Die Anzahl der Schrauben am Deckel sind je nach Gehäusegröße unterschiedlich. Für typische Gehäuse werden Befestigungsschrauben mit Gewinden von M8 – M12 eingesetzt. Die Anzahl der Deckelschrauben reicht von 6 bis zu 40 Schrauben. In vielen Fällen müssen solche Gehäuse ohne maschinellen Einsatz geöffnet werden. Dies ist eine zeitaufwändige Tätigkeit. Auch hier gilt je nach Deckelgewicht ein Scharnier mit vorzusehen.

Ex e Gehäuse aus Kunststoff (BILD 4)
Öffnen von vier bis sechs Schrauben für jedes Gehäuse. Die Deckel sind sehr leicht und deshalb einfach im Handling.

Ex e Gehäuse und Schaltschränke aus Edelstahl
Einfachstes Handling mit wenigen Schnellverschlüssen und angebauten Scharnieren erleichtern das Öffnen und Schließen der Gehäuse.

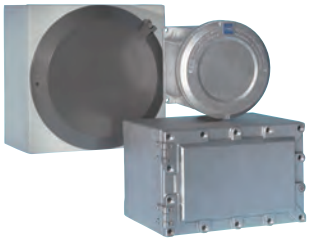


BILD 3
Ex d Gehäuse aus Aluminium, Stahlblech und Edelstahl

BILD 4
Ex e Gehäuse aus Kunststoff, Stahlblech oder Edelstahl

MODULTECHNIK MIT EINZELN GEKAPSELTEN MODULEN

in Bezug auf die Kabeleinführung ebenso gewohnt einfach aus. Einfache Erweiterungen oder Modifikationen von Steuerungen sind im Fall der indirekten Kabeleinführung auch einfacher durchführbar, da hier kein Eingriff in die druckfeste Kapselung notwendig ist.

Schon bald nach dem zweiten Weltkrieg befasste sich R. STAHL mit der Konstruktion von Befehlsgeräten und Leuchtmeldern, bei denen anstelle des druckfesten Gehäuses aus Grauguss ein Aluminium- oder Formstoffgehäuse in der Zündschutzart „Ex e" eingesetzt wurde und nur das Schaltelement selbst in Ex d-Kapselung ausgeführt war.

Die elektrischen Betriebsmittel werden in separat dafür gestaltete und druckfest ausgeführte Komponentengehäuse verbaut oder sogar als integrale Lösung des Explosionsschutzes und der Produktfunktion in einer gesamtheitlichen Konstruktion ausgeführt. Letzteres wird z.B. als „Einzelkontaktkapselung" für Schalter und Kontaktelemente bezeichnet. Im Ergebnis stehen damit die Komponenten zur Montage und zur Verdrahtung wie im industriellen Schaltschrankbau zur Verfügung. Die dazu verwendeten Ex e Schaltschränke werden mit speziell für Ex e zugelassenen Kabeleinführungen ausgestattet. Bei der Montage und Verdrahtung sind im Besonderen die Erwärmung und die entsprechenden Kriech- und Luftstrecken der eingebauten elektrischen Komponenten zu beachten.

Die Handhabung sowie die Installation und Verdrahtung ist für jede Fachkraft einfach verständlich. Dadurch werden Fehler vermieden und Kosten beim Handling eingespart. Sogar Anlagenerweiterungen können nachträglich noch mit eingearbeitet werden. Mechanische Nachbearbeitung der Gehäuse ist in vielen Fällen vor Ort durchführbar. Auch die Änderung der Ver-

➔

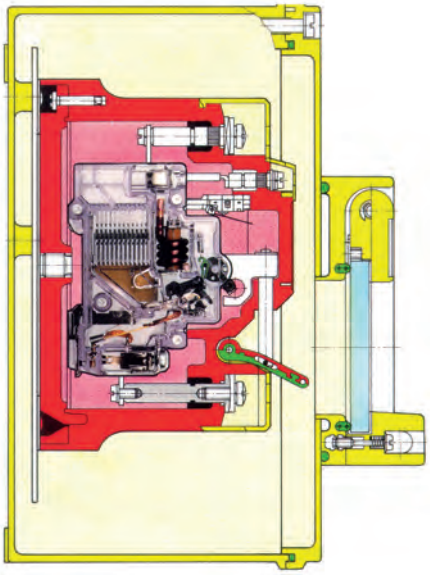


BILD 2
Druckfestes Modul in einem Ex e-Gehäuse

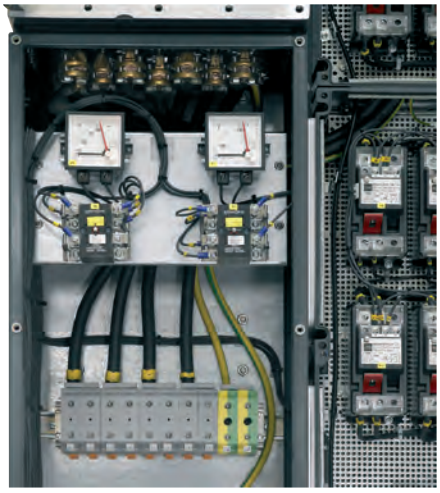


BILD 5
Verdrahtung auf Reihenklemmen

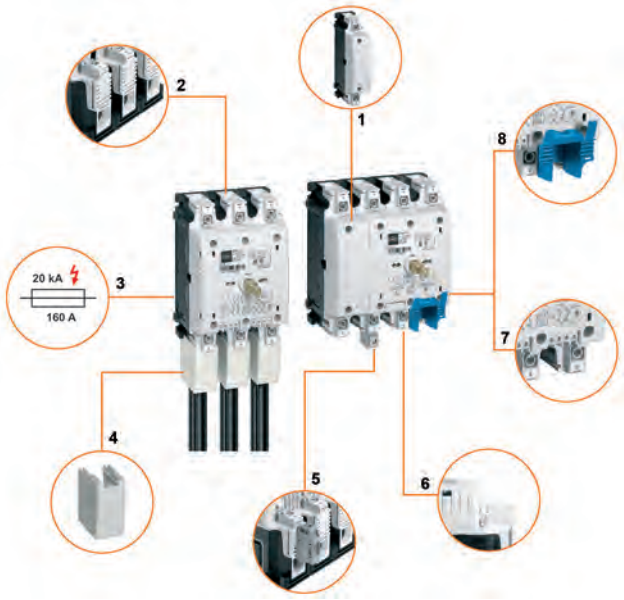


BILD 6
Hauptschalter/Lasttrennschalter bis 180 A

drahtung ist einfach möglich, da hierbei alle Ex e Anschlussklemmen der Komponenten frei zugänglich sind. Erweiterungen von Geräten können einfach an freien Einbauplätzen vorgenommen werden und selbst Gehäuseerweiterungen können unter bestimmten Kriterien durchgeführt werden. Damit ist die maximale Flexibilität über die Nutzungsdauer der Betriebsmittel erreicht.
Durch die Verwendung von Kunststoff als Gehäusematerial sind die Module bestens gegen Korrosion geschützt. Die für Ex d Gehäuse typische Wartung der zünddurchschlagssicheren Spalte kann entfallen. Die Technik zeichnet sich durch niedriges Gewicht und eine dadurch einfache Handhabung bei der Aufstellung und der Installation aus.

ÖFFNEN DER GEHÄUSE

(siehe Kasten Seite 103)

Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal liegt im Öffnen des Deckels. Der Kunststoffdeckel eines Ex e Gehäuses mit 4 oder 6 Deckelschrauben und einem Gewicht von bis zu 1,5 kg lässt sich einfach öffnen. Im Vergleich hierzu stehen schwere Deckel eines druckfesten Gehäuses mit großen metallischen Deckeln die über Schraubgewinde oder Flachspalte verschlossen sind. Bei Ex e Gehäusen ist hier der einfache Aufbau als Gehäusekombination von Kunststoffgehäusen oder das Schaltschrank-Design üblich. Hier gibt es die Ausführung mit Schnellverschlüssen oder Deckelschrauben.

EX e GEHÄUSESYSTEME AUS KUNSTSTOFF UND STAHLBLECH

Die Gehäuse der Baureihen 8146 (Polyesterharz) und 8150 (Edelstahl) sind in der Zündschutzart „Erhöhte Sicherheit" Ex e ausgeführt. Sämtliche Einbaugeräte sind explosionsgeschützt ausgeführt in den Zündschutzarten „Druckfeste Kapselung" Ex d und/oder „Erhöhte Sicherheit" Ex e. Durch das Baukastensystem der beiden Gehäusereihen lassen sich diese innerhalb ihrer Baureihe beliebig miteinander kombinieren. Der Explosionsschutz der Gesamtanordnung wird bei der Kombination mittels Dichtungsrahmen zwischen den Gehäusen sichergestellt (**BILD 4**).

EX D GEHÄUSESYSTEME

Die Gehäuse CUBEx Reihe 8264 (aus Aluminium oder Edelstahl), Reihe 8250 (aus Aluminium)und GUBox Reihe 8265 (aus Aluminium) sowie die Reihe 8225 (aus Stahlblech) werden zum Einbau von industriellen Schaltgeräten verwendet. Die Kombination mit den entsprechenden Ex e Gehäusen ist über die passenden Abmessungen einfach im Baukastensystem möglich. Durch die Ex d Gehäusetechnik werden Einzelgehäuselösungen sowie Gehäusekombinationen in reiner Ex d Technik oder in der Verbindung mit der Ex e Technik möglich. Typischerweise werden Abmessungen bis 730 x 730 x 560 mm für den Einsatz in Energieverteilungen verwendet (**BILD 4**).

VERFÜGBARE KOMPONENTEN IN DER MODULTECHNIK

Verdrahtung auf Reihenklemmen

Bei der indirekten Leitungseinführung wird das Installationskabel auf Reihenklemmen außerhalb des druckfesten Gehäuses verbunden. Die Verdrahtung in den Druckraum wird durch fabrikfertige Kabel- und Leitungseinführungen hergestellt. Die Funktion der „druckfesten Kapselung" ist damit nicht von der korrekten Installation oder der Auswahl des Kabels durch den Installateur abhängig, sondern funktioniert sicher und typgeprüft durch den qualifizierten Hersteller.

BILD 7
Leistungsschalter in druckfestem Gehäuse

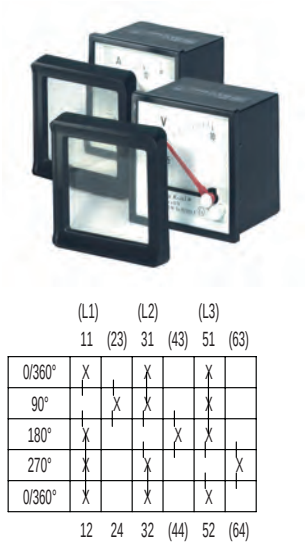


BILD 8
Messgeräte mit Schalter zur Phasenumschaltung

Die Kosteneinsparung dieser Technik entsteht zum einen durch die einfache und schnelle Kabelauswahl und Installation. Zum anderen ist die Wartung dieser indirekten Kabeleinführung durch definierte Einzelkomponenten einfach durchführbar (**BILD 5**).

Hauptschalter/Lasttrennschalter

Lösungen bis 180 A mit 8544 und 8549 mit Reihenklemmen oder Direktverdrahtung auf Schalter. Das Design der neuen Modulkapselung integriert Ex e Anschlussklemmen (IP20), welche mit separaten Klemmenbezeichnungen gekennzeichnet werden können (**BILD 6**).

Die Kostenvorteile zeigen sich im kompakten Design und durch die Erweiterbarkeit der Schalter. Nachträglich kann die Konfiguration von Hilfskontakten hergestellt werden.

Für Lösungen, die Schalter mit Bemessungsströmen größer 180 A erfordern, werden druckfeste Gehäuse eingesetzt.

Durch die Kombination der Gehäusesysteme aus „erhöhter Sicherheit" und „druckfester Kapselung" ergeben sich weitere Möglichkeiten, die Anforderungen an Energieverteilungen zu erfüllen.

So können Lasttrenner oder Leistungsschalter bis 800 A in druckfeste Gehäuse eingebaut werden (**BILD 7**).

Fehlerstromüberwachungsrelais mit Summenstromwandler

Zur Überwachung von Fehlerströmen werden Differenzstromüberwachungsgeräte (RCM) mit Summenstromwandlern eingesetzt. Die Kombination mit Leistungsschaltern oder Schützen ermöglicht die Abschaltung der fehlerhaften Stromkreise bei Erreichen der Abschaltschwelle. Es kann eine Meldung generiert werden, die Fehler in der Anlage frühzeitig erkennen lässt.

Die Melde- und Abschaltschwelle der Geräte kann frei programmiert werden. Dadurch wird eine vorbeugende Wartung möglich und es erhöht die Anlagenverfügbarkeit und damit die Wirtschaftlichkeit, da eine ungeplante Abschaltung seltener erfolgt. In der Kombination mit Ex e Energieverteilungen werden druckfeste IIC oder IIB Gehäuse verwendet um diese Komponenten zu kapseln. In der Standardausführung sind Zu- oder Abgangsstromkreise mit bis zu 100 A einfach realisierbar. Der Ansprechbereich der Geräte reicht von 10 mA bis 10 A Fehlerstrom (**BILD 7**).

➔

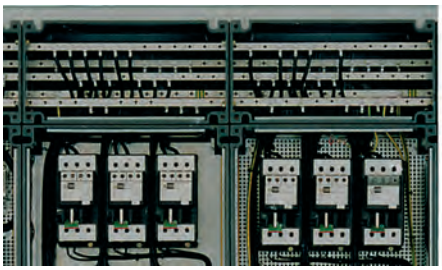


BILD 9
Sammelschienensystem 160A - 630A zum Einbau in Ex e Gehäuse

BILD 10
Fehlerstromschutzschalter (RCCB)

BILD 11
Schmelzsicherungen

BILD 12
Leistungsschalter für den Motorschutz

Messgeräte
(Stromwandler / Stromwandlerumschalter / Spannungsmesserumschalter)

Zur Messung der Ströme in den Zu- und Abgangsstromkreisen werden Stromwandler in druckfeste Gehäusen installiert. Die Strommesser werden im Ex e Anschlussraum oder ebenfalls in druckfesten Gehäusen eingebaut.

Beim Einbau in Gehäusen werden die Strom- und Spannungsmesser hinter Schauscheiben montiert und können somit von außen abgelesen werden (**BILD 8**).

Sammelschienen

Der Vorteil von Sammelschienen in Ex e Technik liegt im einfachen Aufbau der Gehäuse und in der einfachen Verdrahtung.

Damit entsteht eine wirtschaftliche Lösung, die den Aufbau von Energieverteilungen in Ex e und Ex d Technik wesentlich vereinfacht (**BILD 9**).

Leitungsschutzschalter (MCB)

Die Leitungsschutzschalter sind mit den genormten Auslösecharakteristiken B, C und D nach IEC/EN 60898, K und Z entsprechend IEC/EN 60947-2, lieferbar.

Fehlerstromschutzschalter (RCCB)

Fehlerstromschutzschalter schützen gegen gefährliche Körperströme, haben jedoch keinen integrierten Schutz bei Überlast und Kurzschluss. Sie sind für pulsierende Gleich- und Wechselströme einsetzbar (**BILD 10**).

Fehlerstromschutzschalter
mit Überstromschutz (RCBO)

Der RCBO ist der perfekte Schutz bei Erdschluss, Überlast und Kurzschluss. Der RCBO enthält eine Fehlerstrom Mess- und Auslöseeinrichtung, sowie die schaltenden Leitungsschutzschalter mit den bewährten Konstruktionsmerkmalen und Auslösecharakteristiken. Damit werden die Einzelgeräte „Fehlerstromschutzschalter" (RCCB) und „Leitungsschutzschalter" (MCB) ersetzt und der Montage- und Verdrahtungsaufwand reduziert.

„Reset"-Taste für Alarmmeldekontakte

Im Zubehör ist für einige Geräte eine „Reset"-Funktion für Alarmmeldekontakte erhältlich. Der Vorteil dieser Funktion zeigt sich in der praktischen Anwendung bei der Energieverteilung. Die Fehlermeldung wird über die „Reset"-Taste zurückgesetzt. Dadurch ist die Überwachungsfunktion der Alarmschleife für die verbleibenden Stromkreise wieder aktiv.

Wenn in einer Schaltgerätekombination der Schutzschalter ausgelöst hat, wird über den Alarmmeldekontakt der Fehler gemeldet. Das Wartungspersonal kann gezielt zum fehlerhaften Stromkreis geschickt werden. Zur Untersuchung des Fehlers kann der Anwender die Gehäuse meist nicht unter Spannung öffnen. Der Fehler wird dokumentiert und falls der Stromkreis nicht kritisch ist, muss die Teilanlage nicht abgestellt werden.

Zubehör und Merkmale

Alle Ausführungsvarianten des MCB, RCCB und des RCBO können wahlweise mit Hilfsschaltern ausgerüstet werden. Eine besondere Variante ist der Fehlersignalkontakt, der nur bei einer Fehlerauslösung mitschaltet. Der Schalthebel ist 2-farbig ausgelegt und dient zusätzlich als Schaltstellungsanzeige. Durch Einhängen eines Bügelschlosses kann der Schutzschalter gegen irrtümliches Wiedereinschalten einzeln gesichert werden. Die Anschlussklemmen sind finger- und handrückensicher ausgeführt.

Sicherungselemente

Schmelzsicherungen können in Ex e Gehäusen zum Schutz bei Überlast und Kurzschluss eingesetzt werden. Die Sicherungen decken den Nennstrombereich von 0,2 - 25 A (Neozed) und 2 - 63 A (Diazed) ab und sind besonders bei hohen Kurzschlussströmen bestens geeignet (**BILD 11**).

BILD 13
Baustein für Motorstarter

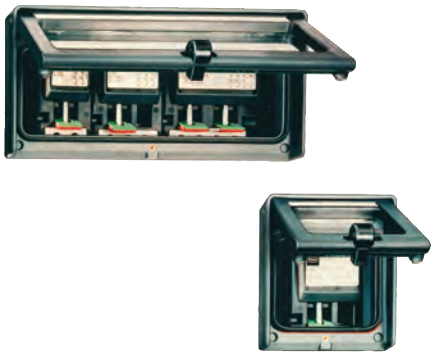


BILD 14
Betätigungsklappe

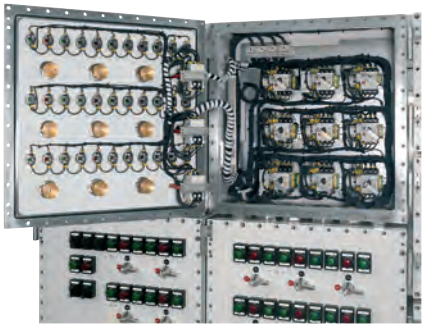


BILD 15
Drehantrieb im Ex d Gehäuse-Deckel

Leistungsschalter für den Motorschutz

Die Motorschutzschalter (Reihe 8523/8) sind bestückt mit einem fest eingestellten Kurzschlussschnellauslöser und einem am Schalter einstellbaren thermischen Überstromauslöser (Nennstrom von 0,1-22,5 A). Die Schalter sind geeignet zum Schutz von Motoren der Zündschutzart Ex e und Ex d. Die Betätigung der Schalter und die Anzeige der Schaltstellung erfolgt durch einen Betätigungsvorsatz. Der Schalter erfüllt die Kriterien aus IEC 60079-14 und ist dementsprechend mit Phasenausfallempfindlichkeit ausgerüstet.

Die Freiauslösung sorgt auch bei festgehaltenem Vorsatz für sichere Funktion der Überlastabschaltung. Bei Verwendung eines verkürzten Drehgriffs erfüllt der Schalter die Trennereigenschaften. Er kann als Haupt- oder NOT-AUS Schalter eingesetzt werden, wenn der Betätigungsdrehgriff entsprechend ausgeführt ist. Die Auslösecharakteristik des Schutzschalters entspricht der K-Charakteristik. Somit ist ein zusätzlicher Leitungsschutz nicht erforderlich (**BILD 12**).

Bausteine für Motorstarter

Aus der Reihe der Bausteine Reihe 8510 sind zahlreiche Funktionen zum Aufbau von typischen Motorstartern mit Schützen, Zeitrelais und Motorschutzrelais verfügbar. Sie sind geeignet für Motorleistungen bis 15 kW. Die Schaltgeräte für größere Motorstarter werden in druckfeste Gehäuse integriert (**BILD 13**).

Betätigungsklappe

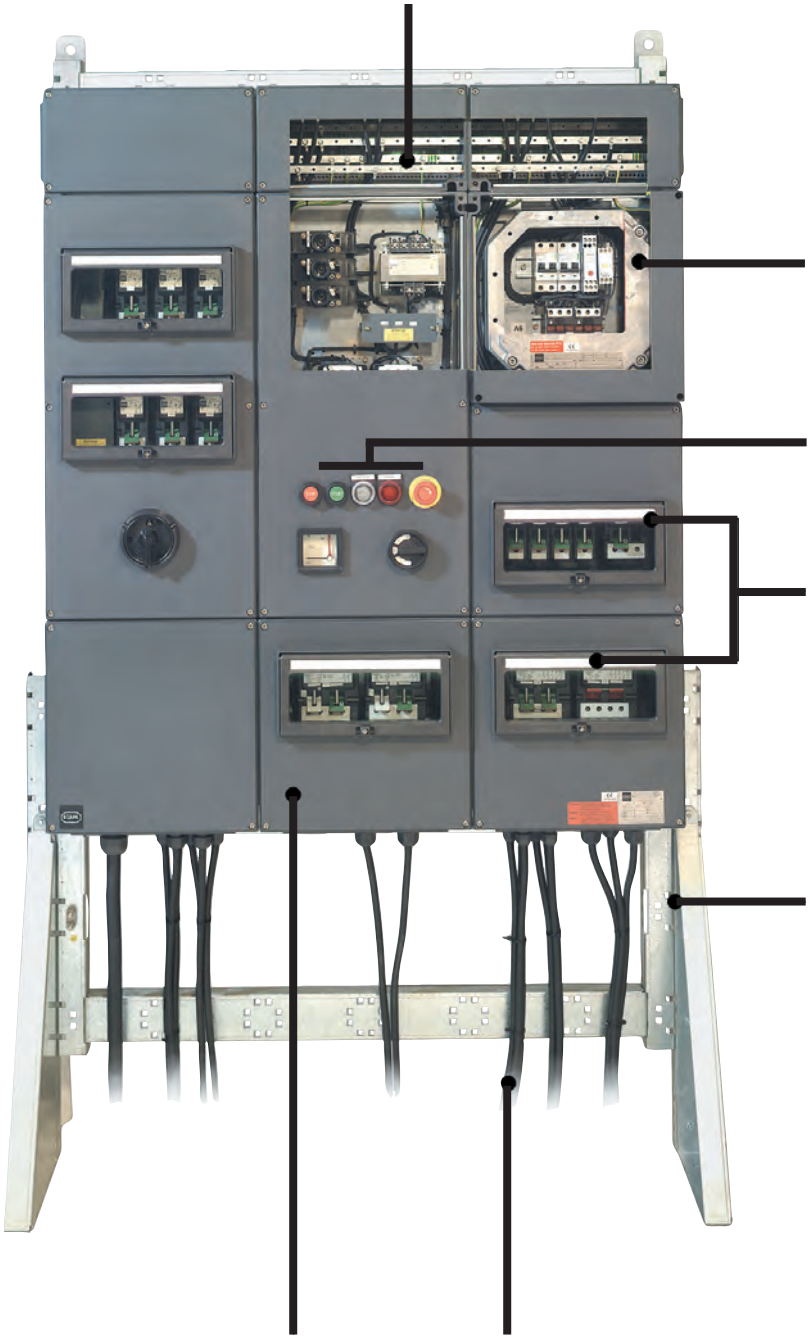
Durch eine Betätigungsklappe im Gehäusedeckel können die Schutzschalter von außen, ohne Öffnen des Gehäusedeckels, unter Spannung geschaltet werden. Die „Reset"-Taste kann durch diese Funktion ebenso betätigt werden. Durch die Schauscheibe kann die Schaltstellung des Schutzschalters von außen abgelesen werden. Die Betätigungsklappen sind durch ein Bügelschloss abschließbar (**BILD 14**).

➔

BILD 16
Flanschsteckdose

BILD 17
Speziell thermisch isolierte Energieverteilung zur energiesparenden Beheizung

Sammelschienensystem
- Zur Stromverteilung bei größeren Steuerungen
- Maximal 690 V und 160 A



Ex d Gehäuse
- Gehäuse aus Aluminiumguss
- Einbau von handelsüblichen elektrischen Betriebsmitteln

Befehls- und Meldegeräte
- Schalter, Leuchtmelder
- Steuer- und Motorschalter
- Strom- und Spannungsmesser
- Ziffernanzeige

Betätigungsklappen
- Betätigung der Schutzschalter Reihe 8562 Ex de von außen
- Öffnen des Gehäusedeckels nicht erforderlich
- Schaltstellung wird angezeigt
- Abschließbar durch Vorhängeschloss

Traggestell
- Geeignet für Stand- und Wandmontage
- Mit Dach und Beleuchtung lieferbar
- Kombinierbares Montagesystem
- Auf Gehäusereihen 8146 und 8125 abgestimmt

Anschlussraumgehäuse Ex e
- Leitungseinführungen
- Kabelverteilung über Reihenklemmen

Kabeleinführungen
- Kabelverschraubungen
- Kabeleinführungsstutzen
- Kabelstutzen
- Einführung unarmierter und armierter Kabel

	GEHÄUSETECHNIK		MODULTECHNIK
	DIREKTE KLE	INDIREKTE KLE	
Kabelaufbau (innen)	--	++	++
Öffnen des Gehäueses	-	-	++
Montage	-	-	++
Installation	--	++	++
Anlagenerweiterung	--	--	++
Wartung	--	-	++
Gewicht	-	--	++
Besondere Anforderungen	++	++	-

TABELLE 1
Vor-/Nachteile der verschiedenen Technologien

Drehantrieb im Deckel
von druckfesten Gehäusen

Zum Einbau von handbetätigten Schaltgeräten werden Betätigungsgriffe verwendet. Die Drehgriffe werden bei Bedarf mit Abschließvorrichtungen ausgerüstet. Damit werden Leistungsschalter, Leitungsschutzschalter und Lasttrennschalter direkt durch den Deckel oder die Gehäusewand geschaltet. Netzanschlussschalter aller Größen können mit einer zwangsläufigen Deckelverriegelung gekoppelt werden.

Zum Einsatz druckfester Gehäuse, die einen Drehantrieb für die Leistungsschaltgeräte im Deckel benötigen, wird über eine Achsdurchführung die Ankopplung an den Drehgriff im Deckel hergestellt (**BILD 15**).

Flanschsteckdose

Zum Einbau in die Gehäusewand kann eine Flanschsteckdose eingesetzt werden. Dadurch werden Schaltersteckdosen direkt in Verbindung mit den Schutzorganen in einer Schaltgerätekombination aufgebaut.

ENERGIEVERTEILUNGEN ZUM EINSATZ BEI NIEDRIGEN TEMPERATUREN

Besondere Eigenschaften

Zum Vermeiden der Kondensatbildung und zum Einhalten der Temperatur an den Einbauelementen werden Gehäuseheizungen eingesetzt, die vor unterschreiten der Bemessungstemperatur über einen Thermostat eingeschaltet werden. Die Gehäusewände sind speziell isoliert, um damit an Heizleistung zu sparen (**BILD 17**).

ZUSAMMENFASSUNG

Vorteile durch Ex d Gehäusetechnologie

Trotz der erläuterten Nachteile, die durch die Verwendung der Gehäusetechnologie entstehen, bietet die Anwendung der Ex d Gehäuse einen enormen Vorteil. Für besondere Anforderungen ist eine große Flexibilität in der technischen Ausführung gefragt. Mit der druckfesten Kapselung sind diese Anforderungen in den meisten Fällen erfüllbar. Wenn technische Neuerungen Geräte und Komponenten erfordern, für die noch keine Lösungen in der Modultechnik erhältlich sind, können kundenspezifische Wünsche in Bezug auf die Komponentenauswahl einfach erfüllt werden.

Besondere Anforderungen die den Einsatz von Ex d Gehäuse erfordern:

- technische Neuerungen
- für besonders große Schaltleistungen,
- höhere Verlustleistungen,
- große Anschlussquerschnitte, für die keine Ex e Anschlusstechnik verfügbar ist,
- seltene Applikationen, die aus Wirtschaftlichkeitsgründen eine Ex d Module erlauben.

Modultechnik als einzige Lösung?

Die beste Lösung scheint zunächst die Modultechnik zu sein. Bei technologieneutraler Betrachtung führt aber die Vielfalt der technischen Möglichkeiten immer zur besten Kundenlösung. Es gibt Grenzen, der Anwendbarkeit der Ex e Modultechnik die durch die Vorteile der druckfesten Gehäusekapselung überwunden werden. Selbst die direkte Kabeleinführung bietet, wenn sie durch Fachkräfte richtig ausgeführt wird, zur indirekten Kabeleinführung einige Vorteile in gewissen Segmenten und ergänzt die Möglichkeiten für Lösungen im Explosionsschutz wesentlich.

Somit kann als beste Lösung angesehen werden, alle technischen Möglichkeiten aus den Zündschutzarten zu nutzen. Die unterschiedlichen Techniken müssen in der Kombination funktionieren und damit die Kundenanforderungen sicher und wirtschaftlich lösen.

AUTOR
JÜRGEN POIDL [PRODUKTMANAGER SCHALTGERÄTE,
R. STAHL SCHALTGERÄTE GMBH, WALDENBURG]

LITERATUR

[1]
DIN EN 60079-14 VDE 0165-1;
Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 14:
Projektierung, Auswahl und Errichtung
elektrischer Anlagen

[2]
Ex-Zeitschriften 1974-2013

EINE FRAGE BITTE ...

KUNDEN FRAGEN – WIR ANTWORTEN

WAS VERSTEHT MAN UNTER EINEM IECEx Unit Verification Certificate?

ANTWORT: Ein IECEx Unit Verification Certificate ist ein Konformitätszertifikat für ein einzelnes Produkt oder eine identische Gruppe von Produkten aus einem abgeschlossenen Fertigungsprozess. Mit der Einführung dieses Zertifikattyps wurde der Tatsache Rechnung getragen, dass es relativ häufig vorkommt, dass Hersteller einzelne Produkte (Unikate) oder einmalig kleine Serien solcher Produkte anfertigen. Da keine kontinuierliche Serienfertigung vorliegt, macht eine Auditierung und Überwachung der Fertigungsstätten keinen Sinn.

Jedes einzelne Produkt muss mit einer Seriennummer identifiziert werden. Die Seriennummern sind im Zertifikat aufgelistet.
Es gibt keine Stückzahlbegrenzung für die Anzahl zertifizierter identischer Produkte.

Produkte, die später gefertigt werden, können nicht von dem ursprünglichen IECEx Unit Verification Certificate abgedeckt werden. Für diese muss ein weiteres IECEx Unit Verification Certificate ausgestellt werden.

Ein IECEx Unit-Zertifikat entspricht in etwa der Zulassung nach dem Modul „Einzelprüfung" aus Anhang IX der ATEX-Richtlinie 94/9/EG.

Der Hersteller beantragt die Zertifizierung bei einem IECEx-Certification Body. Dieser beauftragt ein IECEx-Testlabor mit der Durchführung der erforderlichen Typprüfungen. Bis hier folgt man den Festlegungen für normale Konformitätszertifikate. Abweichend davon erfolgt aber keine Auditierung der Fertigungsstätte. Das IECEx Unit Verification Certificate wird nach Bestätigung des Testreports ohne Vorliegen eines Quality Assessment Reports ausgestellt und in die Online Datenbank von IECEx (**WWW.IECEX.COM**) eingestellt. In der Liste der Zertifikate erkennt man IECEx Unit Verification Certificate an einem roten „V".

Die Festlegungen sind im Operational Document OD 033 beschrieben, welches kostenfrei von der obenstehenden Internetadresse heruntergeladen werden kann.

WAS ÄNDERT SICH FÜR MICH ALS HERSTELLER EXPLOSIONSGESCHÜTZTER PRODUKTE DURCH DIE NEUE ATEX RICHTLINIE 2014/34/EU UND WIE SIND DIE FRISTEN?

ANTWORT: Die neue ATEX Richtlinie 2014/34/EU ist ab dem 20.04.2016 anzuwenden. Die EG Baumusterprüfbescheinigungen, die nach der Richtlinie 94/9EG ausgestellt wurden, behalten ihre Gültigkeit auch unter der neuen Richtlinie!

Ab dem 20.04.2016 muss die Konformitätserklärung auf die neue Richtlinie umgestellt werden, und es muss die neue Nummer 2014/34/EU angegeben werden.
Die Konformitätserklärungen werden nicht mehr als EC Konformitätserklärung, sondern als EU Konformitätserklärung bezeichnet. Sie müssen weiterhin dem Produkt beigelegt werden.

Weitere Informationen entnehmen Sie bitte dem Beitrag in dieser Ausgabe der Ex-Zeitschrift.

KANN EIN BETREIBER SELBST KLEMMEN ODER ANDERE KOMPONENTEN IN EIN ZERTIFIZIERTES LEERGEHÄUSE (U-BESCHEINIGUNG) EINBAUEN UND IN DER ZONE 1 EINSETZEN?

ANTWORT: Der Einsatz eines selbst bestückten Leergehäuses (mit einer U-Bescheinigung) ohne zusätzliche Prüfung und Zertifizierung durch eine benannte Stelle ist nicht zulässig.

Für elektrische Geräte, die in der Zone 1 oder Zone 21 eingesetzt werden, muss eine EG-Baumusterprüfbescheinigung einer benannten Stelle vorliegen.

Unter „Leergehäuse" versteht man üblicherweise Gehäuse, die als Komponenten bescheinigt sind. Das ist am Zusatzbuchstaben „U" hinter der Nummer der Prüfbescheinigung zu erkennen.

Komponenten sind nur auf bestimmte explosionsschutztechnische Eigenschaften hin geprüft, die Einbaubedingungen sind jedoch nicht geprüft und festgelegt.

Erst bei einem kompletten Gerät, wie z. B. einem Klemmenkasten mit einer Prüfbescheinigung ohne „U", ist festgelegt, welche und wie viele Komponenten eingesetzt werden dürfen. Dabei wurde berücksichtigt, dass die Komponenten bzw. das Gehäuse sich nicht unzulässig erwärmen. Auch weitere Einbaubedingungen, wie Mindestabstände, wurden festgelegt.

Die Zertifizierung eines Leergehäuses durch eine „U-Bescheinigung" ist daher nur für einen Hersteller interessant, der damit komplette Geräte, wie Klemmenkästen, Steuerkästen, Schalter usw. fertigt und dafür Konformitätsbescheinigungen für das komplette Gerät beantragt. Die „benannte Stelle", die mit der Prüfung des Gerätes beauftragt wurde, muss die Gehäuseeigenschaften nicht mehr prüfen, da dies bereits durch den „Leergehäuse"-Schein abgedeckt ist.

WAS MUSS BEI DER AUSWAHL VON GERÄTEN BEACHTET WERDEN, WENN GLEICHZEITIG MIT EXPLOSIONSFÄHIGER GAS- UND STAUBATMOSPHÄRE ZU RECHNEN IST?

ANTWORT: Sind gleichzeitig explosionsfähige Stäube und brennbare Gase oder Dämpfe vorhanden, spricht man von einem hybriden Gemisch.

Hybride Gemische können sich jedoch anders verhalten als die einzelnen reinen Stoffe.

Zunächst ist festzustellen, ob überhaupt eine explosionsfähige Atmosphäre vorliegt. Hierbei spielen die Explosionsgrenzen eine wichtige Rolle. Nur zwischen der unteren Explosionsgrenze (UEG) und oberen Explosionsgrenze (OEG) muss von einem explosionsfähigen Gemisch ausgegangen werden.

Die untere Explosionsgrenze (UEG) eines hybriden Gemisches liegt jedoch oft weit unterhalb der UEG der einzelnen Stoffe. Im Normentwurf IEC 60079-14 von 2011 wird deshalb empfohlen, ein hybrides Gemisch als explosionsfähig einzustufen, wenn die Gas-/Dampfkonzentration 25% der UEG für Gas oder Dampf übersteigt. Das bedeutet, dass sich auch bei relativ niedrigen Konzentrationen von Gas oder Dampf eine explosionsfähige Atmosphäre bilden kann, sobald Staub beigemischt wird.

Bei der Auswahl von Geräten ist darauf zu achten, dass diese sowohl für den Einsatz in gas- als auch in staubexplosionsgefährdeten Bereichen ausgelegt sind.

Allerdings sind die Geräte nur für den Einsatz in Bereichen mit ausschließlich Gas oder Staub geprüft. So wird die Temperaturklasse eines Gerätes für Gasatmosphäre ohne abgelagerte Staubschicht ermittelt. Durch abgelagerten Staub wird sich die Oberflächentemperatur des Gehäuses oder der eingebauten Geräte erhöhen. Dieser Fall muss besonders betrachtet werden.

Beim Einsatz von druckfesten Gehäusen in Verbindung mit hybriden Gemischen ist zu beachten, dass sich Staub im zünddurchschlagsicheren Spalt befinden kann. Bei einer inneren Explosion kann der als heiße Teilchen ausgestoßen werden, die dann zur Zündquelle werden können.

Staub kann auch Probleme bei Geräten bereiten, die einen Warnhinweis bezüglich Elektrostatik tragen. Zusätzliche Gefährdungen durch die Staubatmosphäre sind zu berücksichtigen.

Fazit: Geräte, die eine Kennzeichnung für Gas oder für Staub tragen, dürfen nur in hybriden Gemischen eingesetzt werden, wenn dies besonders betrachtet und geprüft wurde.

PRODUKT-NEUHEITEN

EXPLOSIONSGESCHÜTZTE BLITZLEUCHTEN FÜR EXTREME EINSATZBEDINGUNGEN

NEUE LEUCHTEN-BAUREIHE FX15 FÜR DEN EINSATZ IN ZONE 1, 2 UND 21, 22

Die robusten Blitzleuchten der neuen Baureihe FX15 von R. STAHL eignen sich für sehr raue Einsatzumgebungen in den Ex-Zonen 1, 2 und 21, 22

R. STAHL hat eine neue Baureihe von Blitzleuchten eingeführt, die selbst äußerst rauen Einsatzbedingungen standhält, so zum Beispiel bei Umgebungstemperaturen von -55°C bis +70°C. Ihre Gehäuse aus robustem, korrosionsbeständigem glasfaserverstärktem Duroplast gewährleisten IP-Schutzart IP66/IP67. Die standardmäßig schwarzen Geräte können optional auch mit rotem, gelbem oder blauem Überzug aus Epoxidharz geliefert werden. Alle Halterungen sind ebenso aus Edelstahl wie der serienmäßige stabile Korb, der die Linse aus flammhemmendem Polykarbonat schützt. Die Leuchten der Serie FX15 blitzen einmal pro Sekunde. Dank Xenon-Röhren erreichen sie eine hohe Lichtausbeute. Kalotten sind in sieben Farbausführungen erhältlich (rot, orange, grün, farblos, blau, gelb, magenta). Dank einer speziellen Fresnel-Verrippung der Linsen erreichen die Signalgeräte mit nur 5 J Blitzenergie eine sehr hohe effektive Lichtstärke von 49 cd bei der farblosen Variante. Die Leuchten können in unterschiedlichsten Onshore- und Offshore-Anwendungen eingesetzt werden, insbesondere auf Schiffen oder Plattformen auf See, im gesamten Öl- und Gas-Bereich, auch als Bestandteil fertiger Anlagenaufbauten. Verfügbar sind Modelle mit 24 und 48 V DC oder 115 und 230 V AC Betriebsspannung. Drei M20-Leitungseinführungen sorgen für flexible Verdrahtungs- und Montagemöglichkeiten. ATEX- und IECEx-Zertifizierungen für die Leuchten liegen vor, eine Reihe weiterer Bescheinigungen (GOST, PESO, Inmetro und nordamerikanisches Listing) werden folgen. Erhältlich sind mit der Markteinführung auch Ersatzteile und diverses Installationszubehör, wie Montagewinkel, Flachbänder, Durchführungen, Kennzeichnungen und Schilder.

VOLLES ROHR ENERGIESPAREN:

KOMPAKTE EX-LEUCHTEN IN INNOVATIVER BAUFORM MIT LED

Als Alternative zu Langfeldleuchten klassischer Bauart bietet R. STAHL jetzt kompakte mit LED bestückte Rohrleuchten an, die in den Zonen 1 und 2 sowie in den Zonen 21 und 22 verwendet werden können. Mit einem Durchmesser von nur 55 mm beanspruchen die Rohrleuchten nicht einmal halb so viel Platz und wiegen weniger als halb so viel wie klassische Langfeldleuchten. Vor allem aber macht die Konstruktion die neue Reihe EXLUX 6036 lichttechnisch außergewöhnlich effizient: 30 LED-Rohrleuchten (je 120cm lang) zum Beispiel gewährleisten eine Beleuchtungsstärke von rund 500 lx, die üblicherweise 35 Langfeldleuchten mit je zwei 36 W-Leuchtstoffröhren erfordern würde – oder alternativ 48 auf LED umgerüstete Einheiten in konventioneller Kastenform. Die Summe der aufgenommenen Leistung liegt bei den LED-Rohrleuchten jedoch nur rund halb so hoch und die spezifische Leistung pro 100 lx beträgt lediglich 1,5 W/m². Enorme Einsparungen bei den Betriebskosten sind dadurch sicher – je nach Vergleichslösung und Betrachtungszeitraum sind in der Praxis zwischen knapp 20% und über 50% Ersparnis realistisch.

Die Rohrleuchten können im sehr breiten Temperaturbereich von -40 bis +60 °C betrieben werden. Die wartungsfreien Geräte eignen sich für den Einsatz als Allgemeinbeleuchtung oder als Maschinenleuchten und lassen sich dank ihrer schlanken Bauform auch an vielen schwierig zugänglichen Orten montieren. Sie erreichen 80.000 Stunden Lebensdauer bei 60 °C Umgebungstemperatur am Einsatzort. Die vibrationsfesten Einheiten bieten standardmäßig Schutzart IP66/IP67; was auch eine sehr gute Eignung für maritime Einsatzbereiche zur Folge hat. Neben ATEX- und IECEx-Zertifizierungen liegen weitere Bescheinigungen für zahlreiche wichtige Märkte vor (GOST, Gazpromnadzor, UL do Brasil, GL).

Die LED-Rohrleuchten der neuen Serie EXLUX 6036 erreichen dank außergewöhnlicher lichttechnischer Effizienz enorme Betriebskosten-Einsparungen

BESTE LICHTAUSBEUTE, BEWÄHRTES EX-GEHÄUSE:

LEICHTE, LANGLEBIGE LED-LEUCHTEN ZUR ALLGEMEINBELEUCHTUNG

Die neuen Langfeldleuchten der Reihe EXLUX 6402 lassen sich leicht installieren und bieten dank LED-Technik eine außergewöhnlich hohe Lichtausbeute

Mit der neuen Baureihe EXLUX 6402 für den Einsatz in der Zone 2 und der Zone 22 stellt R. STAHL LED-basierte Langfeldleuchten zur besonders energieeffizienten Allgemeinbeleuchtung vor. Ein 52 W-Exemplar kann zwei herkömmliche 36 W-Leuchtstofflampen gleichwertig ersetzen, gewährleistet mit bis zu 100.000 Betriebsstunden jedoch eine sehr viel höhere Lebensdauer des Leuchtmittels und erreicht dank eines hohen Lichtstroms von 5.800 lm eine hervorragende Lichtausbeute von deutlich über 100 lm/W. Die neue Serie verwendet ein schlankes und flaches GRP-Gehäuse in der Zündschutzart Ex nR. Auch Zubehörteile sind kompatibel, dadurch sind Um- und Nachrüstungen bestehender Anlagen auf die neue LED-Technik besonders einfach möglich. Zur bequemen Handhabung trägt zudem bei, dass die Geräte mindestens um ein Drittel leichter als gängige Wettbewerbsprodukte derselben Klasse sind. Die Geräte in Schutzart IP66/IP67 sind mechanisch robust konstruiert und können in einem erweiterten Temperaturbereich von -30 bis +55 °C betrieben werden. EXLUX 6402-Leuchten sind auf Wunsch mit kundenspezifischen Modifikationen nach Bedarf erhältlich, demnächst unter anderem auch mit Zubehör zur Mastmontage. Besonders schnell und kostengünstig verfügbar sind Standardvarianten mit 28 W oder 52 W Leistungsaufnahme, die mit oder ohne Diffusoren und in den Längen 700 mm und 1.310 mm angeboten werden.

LEICHTER, LICHTSTÄRKER, LANGLEBIGER:

NEUE GENERATION ROBUSTER EXPLOSIONS-GESCHÜTZTER LANGFELDLEUCHTEN

R. STAHL stellt eine neue Familie von Langfeldleuchten für den Einsatz in der Ex-Zone 1/21 und 2/22 vor, die eine höhere Energieeffizienz als vergleichbare Geräte erreichen und etwa 10% mehr Lichtstrom bieten. Der Aufbau der EXLUX 6001 fällt zudem deutlich kompakter und noch stabiler und verwindungssteifer aus als die Konstruktion der Vorgängerreihe EXLUX 6000. Von diesen lange bewährten Leuchten gingen in gut zwanzig Jahren weltweit mehr als eine Million Exemplare in Betrieb. Die neue Generation erfüllt nun die Wünsche vieler Anwender nach einem im Einkauf vergleichbar günstigen, jedoch zeitgemäß aktualisierten Produkt mit verbesserten technischen Eigenschaften. Je nach Leistungsklasse sind Leuchten der Serie 6001 etwa ein Viertel bis ein Drittel leichter als die jeweiligen Vorgängermodelle und gängige Wettbewerbsprodukte. Mehrwert bietet auch die außergewöhnlich robuste Auslegung der schmaleren und flacheren Geräte: Anders als üblich können die neuen Leuchten zum Beispiel selbst bei extrem tiefen Umgebungstemperaturen bis -30 °C betrieben werden. An vielen Standorten erweitert dies die Einsatzmöglichkeiten entscheidend, so dass Mehrkosten durch veränderte Spezifikationen vermieden werden können.

Um insbesondere einen schrittweisen Ersatz vorhandener EXLUX-Leuchten zu erleichtern, ist die Installation voll kompatibel zur Vorgängerserie. Dank schnell montierbarer Austauschkomponenten können die Geräte zudem bequem und zügig gewartet werden. Wie gewohnt, sind auch die neuen Leuchten auf Wunsch mit kundenspezifischen Modifikationen nach Bedarf erhältlich. Daneben werden besonders schnell verfügbare und kostengünstige Standardvarianten mit 18 W, 36 W oder 58 W Leistungsaufnahme angeboten, die mit 4 mm²-Zugfederklemmen, 5-adriger Durchverdrahtung und allpoliger Sicherheitsabschaltung für einen Großteil aller typischen Verwendungszwecke adäquat ausgestattet sind. Alle Vorgaben des aktuellen Normenstands werden von der neuen Serie voll erfüllt. Insbesondere wurde das auf Silikonschaum basierende neue Dichtungssystem – wie nach der IEC 60079 gefordert – auf maximale Langlebigkeit optimiert. Die gegen viele Chemikalien und UV-Strahlung widerstandsfähige Dichtung, das Scharnier sowie ein neu gestalteter Zentralverschluss gewährleisten über viele Jahre hinweg zuverlässig die hohe Schutzart IP 66/IP 67.

Die Ex-geschützte Langfeldleuchte EXLUX 6001 ist kompakter, leichter, robuster und flexibler einsetzbar als ihre Vorgängergeneration und viele Wettbewerbsprodukte

Die Leuchten der Serie 6001 sind ab sofort erhältlich. Im EXLUX-Sortiment der neuen Generation markieren diese Modelle jedoch nur den ersten Schritt: Ergänzt wird das Programm in naher Zukunft einerseits noch um Zubehöroptionen, beispielsweise Adapter für den Mastanbau, zum anderen um weitere Varianten von Notleuchten über Leuchten mit einem Adressmodul bis hin zu T5-Leuchtstofflampen für den Einsatz in Zone 2/22.

FLEXIBLE, WARTUNGSFREUNDLICHE EX-SCHEINWERFER

MODULARE SCHEINWERFER MIT GETRENNT INSTALLIERBAREN VORSCHALTGERÄTEN

Die weltweit einsetzbaren Ex-Scheinwerfer der Serie 6121 von R. STAHL sind dank getrennt installierbaren Vorschaltgeräten besonders wartungsfreundlich

Dank modularem Aufbau sorgen die neuen explosionsgeschützten Scheinwerfer der Serie 6121 von R. STAHL für flexible Installationsmöglichkeiten. Das Scheinwerfer-System für die Zone 1 erlaubt es, Lampeneinheiten und erforderliche Vorschaltgeräteeinheiten auf Wunsch getrennt voneinander zu montieren. Dies erleichtert den Anwendern Wartungsvorgänge deutlich. Da der Anschluss unabhängig von der Platzierung des Scheinwerfers gut zugänglich bleibt, lassen sich turnusmäßig fällige Kontrollen wie zum Beispiel Isolations- und Übergangswiderstandsprüfungen, auch bei schlecht erreichbaren Leuchten, einfacher durchführen. R. STAHL liefert die separaten explosionsgeschützten Anschlussgehäuse wahlweise in den Zündschutzarten Ex d oder Ex e und deckt dadurch mit einer Baureihe abweichende Anforderungen unterschiedlicher Märkte und Regionen ab.

Die kompakten Scheinwerfer können mit Hochdruck-Gasentladungslampen (Halogen-Metalldampf (HIT) oder Natriumdampf (HST) in 150 W-, 250 W- oder 400 W-Ausführungen bestückt werden. Das zur Leuchtenserie gehörende effiziente Vorschaltgerät eignet sich für alle Varianten. Mit einem Leistungsfaktor über 90% erfüllt es schon jetzt die in der EU ab 2018 geltende Energieeffizienzanforderung. Alternativ ist es möglich, auch 500 W starke Halogen-Glühlampen (QT) in die E40-Fassungen einzusetzen. Neben der Ausleuchtung mit symmetrisch breiter Lichtverteilung (Effizienz 85%) stehen alternativ engstrahlende Spots (Effizienz 87 %) zur Verfügung. Lampenwechsel lassen sich komfortabel über eine separate Öffnung vornehmen. Durch die Verwendung geeigneter Materialien ist auch unter widrigsten Umgebungsbedingungen eine lange Lebensdauer gewährleistet. Die Gehäuse sind aus robustem, meerwasserresistentem Aluminiumguss ausgeführt und gemäß IP66 staub- und wassergeschützt. Die Scheinwerfer können in Ex-Bereichen mit Gas-/Luftgemischen der Explosionsklassen IIB und IIC sowie bei Umgebungstemperaturen im Bereich von -40 °C bis +60 °C betrieben werden.

SCHLAGEN ALARM IN EXTREMUMGEBUNGEN UND EX-ATMOSPHÄREN:

R. STAHL PRÄSENTIERT LEUCHTE, HUPE UND KOMBIGERÄT DER KORROSIONSFESTEN „YODALEX SUPER SERIES„

R. STAHL's neue „Yodalex Super Series" umfasst eine Reihe von Signalgeräten für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen, auch in extremen Umgebungsbedingungen. Die Geräte sind mit einem leichten, robusten Gehäuse aus glasfaserverstärktem Duroplast (GRP) ausgestattet, das den Explosionsschutz durch die Zündschutzart „Ex d" sicherstellt, mit Schutzart IP 66 und IP 67 sicheren Schutz gegen das Eindringen von Wasser und Staub bietet, sowie in einem breiten Temperaturbereich einsetzbar ist. Die Baureihe ist ATEX- und IECEx-zertifiziert für den Einsatz in Gas- und Staubatmosphären der Ex-Zonen 1, 2 und 21, 22. Weitere Zulassungen für Anwendungen auf dem Festland und in maritimen Umgebungen, wie etwa GL, CUTR, Inmetro und Peso, werden in Kürze folgen, sodass die Einheiten in zahlreichen Industrien weltweit eingesetzt werden können.

Die in den Typen YL6S und YA6S eingebaute Hupe mit Rundum-Schallabstrahlung erreicht einen maximalen Schalldruck von 110 dB auf 1 m. Dank ihrer patentierten Bauweise, einem einzigartigen Merkmal der Yodalex-Baureihe, verbreitet sie den Schall radial nach außen und bietet so eine exzellente Schallabdeckung, die im Einsatzgebiet für höchste Sicherheit sorgt. Drei ansteuerbare Signalfolgen ermöglichen es, Probealarme und Echtzeit-Notfallmaßnahmen zu verwalten. Nutzer können die Warntöne für jede Alarmstufe aus einer Auswahl von 32 international anerkannten Frequenzen auswählen. Die FL6S-Leuchte ist mit einem 5-Joule-Xenon-Blitz ausgestattet. Zusammen mit der neuen, speziell für die Super Series entwickelten Linse erzeugt dieser eine effektive Lichtstärke von 49 Candela mit einer Frequenz von 1 Hz. Sowohl als Einzelgerät als auch als Teil des Kombigeräts ist die Leuchte mit sieben verschiedenen Farben inklusive Magenta lieferbar. Beim Kombigerät YL6S sind die Features von YA6S-Warnhupe und FL6S-Warnblinkleuchte in einem Gehäuse integriert. Diese einzigartige, leichte und kosteneffiziente Bauweise minimiert den Verkabelungsaufwand und die Installationszeit im Vergleich mit Einzelgeräten. Alle Geräte eignen sich für eine extrem breite Betriebstemperaturspanne von -55 bis +70 °C. Neben Gleichstrom-Modellen für 24 und 48 V sind auch Wechselstrom-Varianten für den 115- oder 230-V-Betrieb verfügbar. Alle mechanischen Befestigungselemente inklusive des Farbfilterschutzes sind aus 316/V4A-Edelstahl gefertigt und gewährleisten so optimale Salzwasserresistenz in Küsten-, Offshore- oder Marine-Anwendungen. Die Super Series vervollständigt R. STAHLs neue Baureihe von GRP-Signalgeräten, die außerdem auch die Warnhupe YA90 für gerichtete Schallabstrahlung, den Handfeuermelder MCP und die Blitzleuchte FX15 umfasst. Zusammen bieten diese robusten Produkte Nutzern die komplette Bandbreite von ATEX- und IECEx-zertifizierten akustischen und visuellen Signalgeräten sowie Meldegeräten für die Zonen 1, 2, 21, 22 und extreme aggressive Umgebungen.

Signalgeräte der neuen „Yodalex Super Series" von R. STAHL: Warnhupe YA6S, Warnleute FL6S und Kombigerät YL6S (von links nach rechts)

GROSSE EX D-GEHÄUSE AUS ROBUSTEM LEICHTMETALL

In den neuen Ex d-Aluminiumgehäusen der Serie 8250 von R. STAHL sind normale Industriekomponenten selbst in sehr rauer Umgebung sicher untergebracht

Mit robusten und kostengünstigen Leichtmetall-Gehäusen in der Zündschutzart Ex d bietet R. STAHL neue Lösungen zur explosionsgeschützten Unterbringung elektrischer Komponenten in normaler Industrieausführungen an. Die Baureihe 8250 ist auf die Wandmontage als Einzelgehäuse ausgelegt und kann in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 1 , 2 Gasgruppe IIB oder Zone 21, 22, verwendet werden. Zunächst werden zwei Varianten mit dem Innenmaß 250 x 150 x 110 mm und 300 x 230 x 125 mm angeboten. Drei weitere Varianten mit Innenmaßen bis 540 x 360 x 300 mm folgen bis Ende 2014. Die Gehäusereihe bietet Platz für Motorstarter mit Leistungen bis 45 kW oder auch umfangreiche Steuerungstechnik. Dank der druckfesten Kapselung können die Industriekomponenten wirtschaftlich und sicher eingesetzt werden – zur Bestückung oder zur Modifikation von Einbauten sind die Gehäuse gleichzeitig hervorragend zugänglich: Die Deckel können an beliebigen Seiten befestigt werden, öffnen über 180° weit und lassen sich auf Wunsch mit unverlierbaren Schrauben ausstatten.

Elektrische Komponenten können wahlweise direkt an Profilschienen angebracht oder auf Montageplatten befestigt werden. Durch CAD-optimiertes Design konnte eine Gewichtsreduzierung von 15 % erzielt werden. Die kupferfreie Aluminiumlegierung gewährleistet zugleich eine außergewöhnliche Robustheit, die einen Einsatz in unterschiedlichsten Klimaregionen möglich macht. Das Material ist seewasserfest und hält je nach Ausstattungsmerkmalen des Gehäuses Umgebungstemperaturen von -60 °C bis +70 °C stand. Mit IP-Schutzart IP 66 ist die Serie 8250 außerdem staubdicht und gegen starke Wasserstrahlen geschützt. Die neuen Aluminium-Gehäuse sind mit und ohne Bohrungen für die Leitungseinführungen erhältlich und können optional mit einer Pulverbeschichtung versehen werden.

LÄUFT UND LÄUFT UND LÄUFT – EX-USV GANZ OHNE AKKU

WARTUNGSFREIE KOMPAKT-USV IN Ex de MIT KONDENSATOR-ENERGIESPEICHERN

Einen neuen Weg geht R. STAHL bei explosionsgeschützten Lösungen zur unterbrechungsfreien Stromversorgung im Ex-Bereich (Zone 1, 2 und 21, 22): Bei der Baureihe 8265/C-TEC befinden sich auf einer Platine Kondensatoren als Energiespeicher. Durch den Verzicht auf übliche Akkumulatoren ist bei diesen neuartigen USV-Anlagen eine gefährliche Gasentwicklung technisch ausgeschlossen. Da sich die Kondensatoren extrem schnell laden lassen, ist eine Anlage binnen Minuten für den Einsatz gerüstet. Ein USB-Port bindet sie an PC-Systeme an, auf denen eine Shutdown-Software zur Verfügung steht. Die Kombination von Gehäusen der Zündschutzart Ex d mit Anschlussraumgehäusen der Zündschutzart Ex e sorgt für einen sehr kompakten und benutzerfreundlichen Systemaufbau. Die ATEX- und IECEx-konforme Ex de-Technik ist von R. STAHL komplett zertifiziert: Neben hoher Sicherheit gewährleistet dies vor allem eine besonders bequeme Anschlussmöglichkeit der USV und gestattet Anwendern deren sofortige problemlose Verwendung.

Die robusten Lösungen sind auch Extrembedingungen gewachsen – sie tolerieren insbesondere Umgebungstemperaturen im äußerst breiten Bereich von -50 °C bis +55 °C optional (Standard -20 °C bis +40 °C). Das macht es möglich, sie praktisch unumschränkt weltweit zwischen Polarmeer und Äquator zu betreiben. Selbst bei hohen Temperaturen erreichen die wartungsfreien Anlagen eine statistische Lebensdauer von 20 Jahren. Die Druckraumgehäuse aus seewasserbeständigem Aluminium können auf Wunsch zusätzlich mit einer Pulverbeschichtung versehen werden. Dies bietet speziell in Offshore-Anwendungen auch bei rauem maritimem Klima mit feuchter und salzhaltiger Luft noch besseren Korrosionsschutz. Neben Schiffszulassungen liegen zahlreiche länderspezifische Zertifizierungen für wichtige Märkte vor. Das flexible USV-Produktportfolio von R. STAHL ermöglicht eine passgenaue Abstimmung individueller Anlagen von der Kompakt- bis zur Hochleistungs-Variante. Der Systemanbieter im Explosionsschutz kann dabei nach Bedarf umfassende Engineering-Unterstützung zur Verfügung stellen, um bereits im Planungsprozess Einsparpotenziale zu erschließen.

Die USV-Lösung von R. STAHL mit speziellen Kondensatoren als Energiespeicher ist neben der ATEX/IECEx-Ausführung in der ZündschutzartenKombination Ex de (links) auch in regionalen Varianten erhältlich – zum Beispiel NEC-zertifiziert im Ex d-Gehäuse (rechts) mit direkter Kabeleinführung

MEDIENKONVERTER FÜR LWL-ETHERNET IM EX-BEREICH

Medien-Konverter der Reihe 9721 von R. STAHL ermöglichen Hot Plugging im Ethernet in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 1 oder 2

Ein Hot Plugging im Ethernet – also das gefahrlose Abziehen und Stecken von Kommunikationsverbindungen im laufenden Betrieb – in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 1 und 2 ermöglichen Medienkonverter der Serie 9721 von R. STAHL für optische Leitungen. Die kompakten Konverter verknüpfen kostengünstig TP-Kupferkabel und Lichtwellenleiter mit Standard-Steckverbindern (RJ45 bzw. SC) zu einem gemeinsamen Netzwerk. Auf Glasfaserseite verwenden sie die Zündschutzart „inhärent sichere optische Strahlung (op is)": Dies erlaubt den Einsatz konventioneller LWL in explosionsgefährdeten Bereichen gemäß DIN EN 60079-0:2013 und 60079-28. Auch diese optischen Leitungen können dann – ganz wie von elektrisch eigensicheren Bussen gewohnt – im laufenden Betrieb flexibel getrennt und wieder verbunden werden. Mit LWL lassen sich so auch im Ex-Bereich störsicher Entfernungen von bis zu 5 km (Multimode-Ausführung) oder sogar 30 km (Singlemode-Ausführung) überbrücken.

Die Konverter im eleganten lackierten Edelstahl-Design werden mit mitgelieferten Montageclips platzsparend flach oder senkrecht auf DIN-Schienen installiert. In der Zone 2 ist das standardmäßig möglich. Für Installationen direkt in der Zone 1 besteht die Möglichkeit, die Geräte in kompakte, druckfeste Gehäuse zu montieren. Zwei Diagnose-LEDs dienen zur Anzeige verschiedener Betriebszustände. Mit Abmessungen von nur 80 x 63 x 25 mm und dank ihrer Eignung für einen breiten Umgebungs-Temperaturbereich von -30°C … +75°C sind die Medienkonverter auch bei beengten Platzverhältnissen und unter rauen Bedingungen problemlos einsetzbar. Die Reihe 9721 ist insbesondere auf die Verwendung mit dem explosionsgeschützten Remote I/O-System IS1+ von R. STAHL sowie mit Bedien- und Beobachtungssystemen von R. STAHL HMI Systems abgestimmt.

WELTWEIT ERSTE 7"-WIDESCREEN-HMIS FÜR ATEX-ZONE 1

Bei den weltweit ersten Bediengeräten mit 7"-Widescreen, die in ATEX-Zone 1 eingesetzt werden können, verbindet R. STAHL HMI Systems eine benutzerfreundliche Ausstattung auf dem neuesten Stand der Technik mit einer hochgradig robusten Konstruktion. Die unverwüstlichen Geräte sind vor allem für die maschinennahe Visualisierung auf Bohranlagen oder in der Nähe von Kompressoren, Mixern und Zentrifugen sowie anderen Maschinen prädestiniert.

Die breite Anzeige im 15:9-Format bietet eine Auflösung von 800 x 480 Pixeln. Leistungsstarke Prozessoren und eine lichtstarke Displaytechnologie sorgen für die kontrastreiche und blendfreie Darstellung von Prozessinformationen. Ein moderner kapazitiver Touchscreen erlaubt eine sehr einfache und bequeme Steuerung aller Prozessvorgänge. Die HMI-Systeme wurden auf höchste Zuverlässigkeit im Dauerbetrieb auch unter Extrembedingungen ausgelegt: Sie können ohne Probleme jahrelang rund um die Uhr in Temperaturbereichen von -40 °C bis +65 °C verwendet werden – und zwar weltweit. Die Interfaces besitzen eine Front aus gehärtetem Glas, ein seewasserfestes Metallgehäuse in Schutzart IP66 gegen Wasser und Staub und sind auch unempfindlich gegenüber Vibrationen.

Selbst im Außeneinsatz bei starkem Tageslichteinfall bleiben die vollfarbigen 7"-Displays durchweg gut ablesbar, da eine Antireflexbeschichtung Spiegelungen und überstrahlte Bereiche wirksam reduziert.

Die neuen Bediengeräte der SERIE 200 sind standardmäßig mit dem Betriebssystem Windows Embedded Compact 7 ausgestattet. Alternativ stehen sie als OPEN VERSION zur Verfügung, die den Einsatz von Fremdsoftware ermöglicht. So kann kundenspezifische Software problemlos installiert werden. Außerdem kann im Maschinenbau wie gewohnt das komfortable Windows-Projektierungstool SPSPlusWIN zum Erstellen und Bearbeiten von Screens, Prozessverbindungen und Meldungen verwendet werden. Bestimmte Steuerungsarten vorhandener Geräte lassen sich darin importieren und zur Weiterverwendung nach Bedarf anpassen.

Auch die Anbindung an nahezu alle wichtigen Automatisierungssysteme ist gewährleistet. Die Vernetzung erfolgt über explosionsgeschützte Ethernet-Ports für Kupfer- oder Lichtwellenleiter, klassische serielle Schnittstellen oder ein optionales WLAN-Modul. Die mehrsprachig ausgelegten Geräte eignen sich außer für den Einsatz in Zone 1 oder 21 auch für die Zonen 2 und 22. Gängige regionalspezifische Zertifizierungen (z.B. NEC, TR, CSA, KCC, INMETRO) werden demnächst vorliegen.

Die neuen HMIs der Serie 200 von R. STAHL HMI Systems bieten 7 Zoll große Touchscreens, die auch bei starker Sonneneinstrahlung bestens ablesbar bleiben

Die neue SERIE 200 bietet darüber hinaus hohe Kompatibilität mit der weit verbreiteten, langjährig bewährten Gerätefamilie FALCON (ET-/MT-65, ET-75 und ET-125). Die neue Reihe ist mechanisch zu den Abmessungen der Vorgängergeneration direkt oder mit Adapterrahmen kompatibel. Dies gilt auch für Ausführungen mit bedarfsgerecht hinzugesetzten Edelstahl- und Kunststofftastern. Anwender können daher besonders einfach von den früheren Geräten mit Monochrom-Anzeigen auf zeitgemäße farbige Widescreen-Displays umrüsten.

HART-OVER-PROFIBUS ASSET MANAGEMENT MIT IS1+ REMOTE I/O

NEUER KOMMUNIKATIONS-BAUSTEIN VON TREBING + HIMSTEDT FÜR EMERSON AMS SUITE

Ein neuer Software-Baustein ermöglicht HART-over-PROFIBUS Asset Management mit dem Remote I/O-System IS1+ von R. STAHL

TACC, ein neuer Software-Baustein für die AMS Suite von Emerson Process Management, ermöglicht die komfortable zentrale Verwaltung von HART-Geräten in einem PROFIBUS-Netzwerk, die über das Remote I/O-System IS1+ angebunden sind. Dies ermöglicht universelle Einblicke in den Zustand der intelligenten Feldgeräte und damit eine intelligentere Bedienung und Wartung. „Damit bietet das TACC-Paket (TH AMS Device Manager Communication Components) des Industrial IT-Spezialisten Trebing + Himstedt in seiner neuesten Version 2.4 Unterstützung für die modernste Generation der explosionsgeschützten Remote I/O-Lösung von R. STAHL. An beliebigen Stationen in einem übergeordneten Ethernet-Netzwerk lassen sich im AMS Intelligent Device Manager Diagnose- und Konfigurationsdaten mit den Feldgeräten über das Remote I/O austauschen, wobei TACC den Zugang vom Ethernet zur PROFIBUS-Ebene hardwareseitig über Gateways des Typs TH LINK PROFIBUS realisiert. Der auch problemlos nachrüstbare Kommunikations-Baustein TACC steht auf der Website des Herstellers (**HTTP://WWW.T-H.DE/**) kostenlos zum Download zur Verfügung – Nutzer der Emerson-Suite müssen also keine gesonderte Lizenz erwerben.

R. STAHL ist mit der IS1-Produktfamilie Marktführer für Remote I/O-Komponenten, die im Rahmen industrieller Automatisierungslösungen in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden. Im Zusammenspiel mit dem langjährig etablierten System IS1 haben sich Gateways und Software-Produkte von Trebing + Himstedt für frühere Versionen der Asset Management-Lösung von Emerson bereits vielfach bewährt – neben der Chemie- und Pharmaindustrie auch in unterschiedlichen anderen Branchen. IS1+ bietet herausragende neue Funktionen und Merkmale, wie beispielsweise parametrierbare Mischmodule für Ein-/Ausgänge sowie an die NAMUR NE107 angelehnte Diagnosen und Wartungsmeldungen. Dank Unterstützung für Hot-Work und Hot-Swapping kann das System äußerst flexibel und wirtschaftlich erweitert und rekonfiguriert werden.

EX-REMOTE I/O-SYSTEM MIT DREIMAL MEHR GEWÄHR

ERWEITERTE GEWÄHRLEISTUNG FÜR UNTER EXTREMBEDINGUNGEN BEWÄHRTES IS1+

Das branchenübliche eine Jahr Gewährleistung für Remote I/O-Lösungen erweitert R. STAHL beim robusten explosionsgeschützten System IS1+ freiwillig und ohne Aufpreis auf einen Zeitraum von drei Jahren. Der Explosionsschutzspezialist zieht mit diesem Schritt den Schluss aus sehr erfolgreichen Testreihen im Labor und ebenso positiven Erfahrungswerten bei der gründlichen Erprobung in der Praxis. IS1+-Module erwiesen sich auch unter rauesten Bedingungen als praktisch unverwüstlich: Selbst bei Versuchen im Grenzbereich der Belastbarkeit, etwa im Langzeitbetrieb bei Temperaturen von bis zu +90 °C und in Tests mit wiederholten Temperaturwechseln von -40 °C auf +95 °C, kam es im Testverlauf nicht zu Defekten oder Ausfällen. Für die neue IS1+-I/O-Ebene wurde ein Low-Power-Design mit sehr geringer Verlustleistung und einem hitzeabstrahlenden Gehäuse entwickelt, das erlaubt, die Module für den sehr breiten Umgebungstemperaturbereich von -40 °C bis +75 °C zu spezifizieren. Zugleich erreichen die Module in Anwendungen mit moderateren äußeren Bedingungen eine außergewöhnlich lange Lebensdauer von typisch 15 Jahren. Durch die um bis zu 50 % gesenkte Leistungsaufnahme der Module vermindern sich außerdem die Energiekosten im Betrieb einer Prozessanlage erheblich.

IS1+ bietet herausragende Funktionen und Merkmale, wie beispielsweise parametrierbare Mischmodule für Ein-/Ausgänge sowie an die NAMUR NE107 angelehnte Diagnosen und Wartungsmeldungen. Das sehr flexible System unterstützt Hot-Work und Hot-Swapping und ist damit besonders wirtschaftlich. Durch die durchgängig eigensichere Systemstruktur mit eigensicherem Feldbus auf Basis entweder von PROFIBUS DP oder von Industrial Ethernet mit Modbus TCP, EtherNet/IP oder PROFINET kann das System in explosionsgefährdeten Bereichen einfach und komfortabel erweitert und verändert werden. Für IS1+ liegen neben internationalen Explosionsschutz-Zertifikaten für sämtliche großen und mittleren Märkte auch verschiedene Schiffbau-Zulassungen vor, so dass das System nahezu universell weltweit verwendet werden kann. Mit über 30-jähriger Erfahrung im Systemgeschäft sowie Know-how für alle gängigen Automatisierungssysteme und zugehörigen Busprotokollen ist R. STAHL in der Lage, IS1+-Lösungen exakt nach Bedarf abzustimmen und betriebsbereit zu liefern.

Das äußerst robuste Remote I/O-System IS1+ von R. STAHL bietet jetzt eine auf drei Jahre erweiterte Gewährleistung

EX-SEMINARKALENDER

2015

TERMIN	THEMA	ORT	SEMINARNR.	VERANSTALTER
27.01.2015	Grundlagen Explosionsschutz (ATEX)	Köln	101-151-1	R. STAHL
28./29.01.2015	Installation und Wartung in explosionsgefährdeten Bereichen	Köln	106-151-1	R. STAHL
03./04.02.2015	Brand- und Explosionsschutz in Theorie und Praxis – mit vielen anschaulichen Experimenten	Waldenburg	102-151-1	R. STAHL
05.02.2015	Aufbaukurs – Installation und Wartung	Waldenburg	108-151-1	R. STAHL
10.02.2015	Grundlagen Explosionsschutz	Hamburg	101-151-2	R. STAHL
11./12.02.2015	Installation und Wartung in explosionsgefährdeten Bereichen	Hamburg	106-151-2	R. STAHL
17.02.2015	Explosionsschutz nach NEC	Waldenburg	105-151-1	R. STAHL
18.02.2015	Blitzschutz im Ex-Bereich	Waldenburg	103-151-1	R. STAHL
19.02.2015	Funktionale Sicherheit – Safety Integrity Level (SIL)	Waldenburg	111-151-1	R. STAHL
24.02.2015	Grundlagen Explosionsschutz (ATEX)	Waldenburg	101-151-3	R. STAHL
25./26.02.2015	Installation und Wartung in explosionsgefährdeten Bereichen	Waldenburg	106-151-3	R. STAHL
03.-05.03.2015	Heilbronner Ex-Schutz-Seminare	Heilbronn		TAH
04.03.2015	Tag des Explosionsschutzes	Dortmund	110-151-1	R. STAHL
05.03.2015	Tag des Explosionsschutzes	Düsseldorf	110-151-2	R. STAHL
10.03.2015	Tag des Explosionsschutzes	Köln	110-151-3	R. STAHL
11.03.2015	Tag des Explosionsschutzes	Frankfurt	110-151-4	R. STAHL
17.03.2015	Tag des Explosionsschutzes	Bremen	110-151-5	R. STAHL
18.03.2015	Tag des Explosionsschutzes	Hannover	110-151-6	R. STAHL
24.03.2015	Tag des Explosionsschutzes	Hamburg	110-151-7	R. STAHL
25.03.2015	Tag des Explosionsschutzes	Leipzig	110-151-8	R. STAHL

TERMIN	THEMA	ORT	SEMINARNR.	VERANSTALTER
14.04.2015	Mechanischer Explosionsschutz	Waldenburg	107-151-1	R. STAHL
15./16.04.2015	Installation und Wartung in explosionsgefährdeten Bereichen	Waldenburg	106-151-4	R. STAHL
21.04.2015	Grundlagen Explosionsschutz (ATEX)	Waldenburg	101-151-4	R. STAHL
22./23.04.2015	Explosionsschutz durch Eigensicherheit	Waldenburg	109-151-1	R. STAHL
28.04.2015	Explosionsschutz und seine länderspezifischen Besonderheiten	Waldenburg	114-151-1	R. STAHL
20.05.2015	Explosionsschutz für Planer	Waldenburg	116-151-1	R. STAHL
21.05.2015	Explosionsschutz für Kaufleute	Waldenburg	115-151-1	R. STAHL
16.-18.06.2015	Befähigte Person für die elektrischen Prüfungen zum Explosionsschutz nach BetrSichV § 14 (1-3) und § 15	Waldenburg	117-151-1	R. STAHL
23.06.2015	Tag des Explosionsschutzes	Frankenthal	110-151-9	R. STAHL
24.06.2015	Tag des Explosionsschutzes	Rust	110-151-10	R. STAHL
25.06.2015	Aufbaukurs – Installation und Wartung	Waldenburg	108-151-2	R. STAHL
30.06.2015	Tag des Explosionsschutzes	Herzogenaurach	110-151-11	R. STAHL
01.07.2015	Tag des Explosionsschutzes	München	110-151-12	R. STAHL
02.07.2015	Tag des Explosionsschutzes	Stuttgart	110-151-13	R. STAHL
13./14.10.2015	Anlagen in explosionsgefährdeten Betriebsstätten	Wuppertal		TAW

Weitere Termine auf Anfrage bei den Veranstaltern.

ANSCHRIFTEN DER VERANSTALTER

R. STAHL
Am Bahnhof 30 | 74638 Waldenburg
T +49 7942 943 4165 | F +49 7942 943 40 4165
seminare@stahl.de | www.stahl.de

TECHNISCHE AKADEMIE WUPPERTAL E.V.
Hubertusallee 18 | 42117 Wuppertal
T +49 0202 7495-236 | F +49 0202 7495-228
anmeldung@taw.de | www.taw.de

TECHNISCHE AKADEMIE HEILBRONN E.V.
Max-Planck-Straße 39 | 74081 Heilbronn
T +49 7141 56 80 63 | F +49 7141 56 80 65
tah@hs-heilbronn.de | tah.hs-heilbronn.de

DRUCKSCHRIFTEN

EINFACH KOPIEREN, AUSFÜLLEN UND PER FAX ODER POST AN UNS SCHICKEN

+49 7942 943 40 4301

FIRMA

NAME

ABTEILUNG

STRASSE

PLZ UND ORT

TELEFON FAX

E-MAIL

☐ Ich möchte gerne persönlich beraten werden

☐ Ich möchte gerne in den Verteiler der Ex-Zeitschrift aufgenommen werden (erscheint 1x jährlich in Deutsch und Englisch)

☐ Ich möchte gerne Informationen zu folgenden Produkten und Themen erhalten

☐

GRUNDLAGEN EXPLOSIONSSCHUTZ
Einführung in den Explosionsschutz elektr. Betriebsmittel und Anlagen

☐

PFLICHTEN UND AUFGABEN
Betreiber elektrischer Anlagen in Ex-gefährdeten Bereichen

☐

POCKET GUIDE
Grundlagen Explosionsschutz

☐

EX-PLAKAT

☐

EX-STEHSAMMLER
Ihr praktischer Sammler für unsere Zeitschriften

☐

GESAMTKATALOG AUF CD-ROM
Explosionsschutz von R. STAHL

☐

FLYER LED TECHNIK
R. STAHL-Produkte am Puls der Zeit

☐

FLYER ROHRLEUCHTE
Vielseitiger Pionier unter den LED-Leuchten

☐

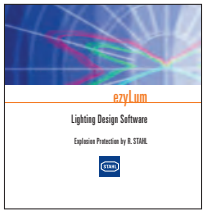
FLYER
Systemlösung für kundenspezifische Explosionsschutz-Lösungen

☐

KAMERA-SYSTEME
Innovative Prozess- und Sicherheitsüberwachung

☐

HMI SOLUTIONS
Systemlösungen für alle Bereiche



☐

EZYLUM
Beleuchtungs-planungssoftware von R. STAHL

R. STAHL, ABTEILUNG MARKETING, AM BAHNHOF 30, D-74638 WALDENBURG
TEL. +49 7942 943 4301, FAX +49 7942 943 40 4301, INFO.EX@STAHL.DE

www.stahl.de

IMPRESSUM

DIE EX-ZEITSCHRIFT 46/2014 (ISSN 0176-2419)
ERSCHEINT IM AUFTRAG VON:

R. STAHL
Am Bahnhof 30, 74638 Waldenburg, Germany
Telefon: +49 7942 943-0
Telefax: +49 7942 943-4333
exzeitschrift@stahl.de
www.stahl.de

HERAUSGEBER
R. STAHL Schaltgeräte GmbH

REDAKTION
Dr.-Ing. Thorsten Arnhold
Dr.-Ing. Peter Völker
Dr. Andreas Kaufmann
Anja Kircher
Kerstin Wolf

ORGANISATION UND GESTALTUNG
Anja Kircher

DRUCK
F&W Druck- und Mediencenter GmbH,
83361 Kienberg

Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Gewähr übernommen. Einsender von Manuskripten, Briefen u. a. erklären sich mit redaktioneller Bearbeitung einverstanden.

Nachdruck nur mit Genehmigung des Herausgebers!

R. STAHL
Am Bahnhof 30, D-74638 Waldenburg
T +49 7942 943-0
F +49 7942 943-4333

www.stahl.de

ID-Nr. 241397
S-ExZeitschrift 46/2014-00-DE-11/2014
Gedruckt in Deutschland